image
not
available

Verzeichniß der correspondirenden und Ehren-Mitglieder.

Herr Friedrich Thomas Albert dahier.
" Prof. Dr. Argelander in Bonn.
" Akademiker Dr. Baudouin in England.
" Staatsminister von Baumgartner in Wien.
" Prof. Dr. von Baumhauer in Amsterdam.
" Elie de Beaumont, Inspect. en chef des mines in Paris.
" Prof. Dr. Gustav Bischoff in München.
" Medicinalrath Dr. L. Bley in Bernburg.
" Prof. Dr. Buchner in München.
" Prof. Dr. Buff in Gießen.
" Prof. Dr. Bunsen in Heidelberg.
" Prof. Despretz, Präsident der kais. franz. Akademie in Paris.
" Dr. Emil Maximilian Dingler in Augsburg.
" Prof. Dr. Dove in Berlin.
" Prof. Dr. Duflos in Breslau.
" Geh. Hofrath Dr. Eisenlohr in Carlsruhe.
" Dr. Georg Engelmann zu St. Louis.
" Prof. Dr. Erdmann in Leipzig.
" Hofrath Prof. Dr. von Ettingshausen in Wien.
" Michael Faraday, vom königl. Institut in London.
" Prof. Dr. G. Th. Fechner in Leipzig.
" Prof. Dr. von Fehling in Stuttgart.

Herr Geh. Hofrath Prof. Dr. Fresenius in Wiesbaden.
" Staatsr. und Akademiker Dr. Fritzsche in St. Petersburg.
" Prof. Gemalaro in Catania.
" Geh. Medicinalrath Prof. Dr. Göppert in Breslau.
" Prof. Dr. Greiß in Wiesbaden.
" Sectionsrath Dr. Haidinger in Wien.
" Prof. Dr. Hankel in Leipzig.
" Prof. Dr. Heintz in Halle.
" Prof. Dr. Heis in Münster.
" Prof. Dr. Heßler in Wien.
" Prof. Dr. A. W. Hofmann in London.
" Staatsrath v. Jacobi, Mitglied der k. russ. Akademie in Petersburg.
" Prof. Dr. Ph. Jolly in München.
" Prof. Dr. Knoblauch in Halle.
" Prof. Franz v. Kobell in München.
" Prof. Dr. Kolbe in Marburg.
" Prof. Dr. Herm. Kopp in Gießen.
" Prof. Dr. Kuhlmann in Lille.
" wirkl. Staatsrath und Akademiker Kupffer in St. Petersburg.
" Prof. Dr. Lerch in Prag.
" Prof. Dr. Lenz, Mitglied der kais. russ. Akademie in Petersburg.
" Prof. Dr. Justus v. Liebig in München.
" Prof. Dr. Limpricht in Göttingen.
" Prof. Dr. Listing in Göttingen.
" Dr. Karl von Littrow, Direktor der k. k. Sternwarte in Wien.

Herr Prof. Dr. Löwig in Breslau.
" Prof. Dr. Magnus in Berlin.
" Prof. Carlo Matteucci in Pisa.
" Geheimrath Prof. Eilh. Mitscherlich in Berlin.
" Medicinalrath Dr. Fr. Mohr in Coblenz.
" Prof. Dr. Ludwig Moser in Königsberg.
" Prof. Dr. J. Müller in Freiburg.
" Prof. Dr. Mulder in Utrecht.
" Prof. Dr. J. J. Nervander in Helsingfors.
" Hofr. Prof. Dr. Osann in Würzburg.
" Medicinalrath Prof. Dr. Otto in Braunschweig.
" Prof. Dr. Karl Palmsted in Stockholm.
" Prof. Dr. J. Pelouze in Paris.
" Prof. Dr. Plücker in Bonn.
" Prof. Dr. Poggendorff in Berlin.
" Pouillet, Mitglied des Instituts in Paris.
" A. Quetelet, Director der königl. Sternwarte in Brüssel.
" Prof. Dr. Rammelsberg in Berlin.
" Prof. Dr. Jos. Redtenbacher in Wien.
" Akademiker Prof. Dr. Peter Rieß in Berlin.
" Prof. de la Rive in Genf.
" Prof. Dr. Rochleder in Prag.
" Prof. Dr. Heinr. Rose in Berlin.
" Ed. Rüppell, Dr. med., dahier.
" von Sabloukoff, kais. russ. Generallieutenant in Petersburg.
" Fürst Friedrich zu Salm-Horstmar in Coesfeld.

Herr Dr. Schabus in Wien.
" Prof. Dr. Schloßberger in Tübingen.
" Prof. Dr. Schönbein in Basel.
" Director Dr. Heinrich Schröder in Mannheim.
" Prof. Dr. Schrön, Director der Sternwarte in Jena.
" Prof. Dr. A. Schrötter in Wien.
" Prof. J. M. Schwerd in Speier.
" Prof. Dr. Städeler in Zürich.
" Prof. Dr. Steinheil in München.
" Prof. Dr. Stern in Göttingen.
" Prof. Dr. Strecker in Christiania.
" Prof. Sturgeon in London.
" Geheimerath Prof. Dr. Tiedemann in München.
" Dr. G. H. Otto Volger dahier.
" Dr. G. F. Walz in Heidelberg.
" Prof. Dr. Wilhelm Weber in Göttingen.
" Prof. Dr. Werthheim in Pest.
" Hofrath Prof. Dr. Weltzien in Carlsruhe.
" Prof. Dr. Gust. Werther in Königsberg.
" Dr. med. Wetzlar in Hanau.
" Prof. Dr. Wheatstone in Hammersmith bei London.
" Prof. Karl Wiebel in Hamburg.
" Med.-Rath Dr. Wiegand in Fulda.
" Prof. Dr. H. Will in Gießen.
" Prof. Dr. Winkelblech in Cassel.
" Prof. Dr. Wittstein in München.
" Hofrath Prof. Dr. Wöhler in Göttingen.
" Prof. Dr. Adolph Wurtz in Paris.

Vorstand.

Der Vorstand des Vereins war in diesem Jahre zusammengesetzt aus den Herren: Friedr. Hessenberg, Oberlehrer Dr. Poppe, Professor Dr. Oppel, Dr. Löwe, Dr. med. Wallach und Hospitalmeister Reichard.

Den Vorsitz führte Herr Dr. med. Wallach, die Verwaltung der Kasse Herr Hospitalmeister Reichard.

Thätigkeit des Vereins.

In dem zurückgelegten Geschäftsjahre sind von dem Docenten des Vereins, Herrn Professor Dr. Böttger, nachfolgende Vorlesungen, die von einer großen Anzahl von Vereinsmitgliedern, gleichwie von zahlreichen Abonnenten besucht wurden, gehalten worden, und zwar:

A) Im Wintersemester 1858—1859:

Montag und Dienstag, Abends von 7—8 Uhr: Unorganische Chemie;

Mittwoch, Nachmittags von 4—5½ Uhr: Anfangsgründe der Chemie;

Donnerstag, Abends von 7—8 Uhr: Die Lehre von der Wärme.

B) Im Sommersemester 1859:

Mittwoch, Nachmittags von 4—5½ Uhr: Anfangsgründe der Physik, nebst Anleitung zum Gebrauch der im Cabinet befindlichen Apparate.

In den samstägigen, Abends von 7—8 Uhr, und zwar im Winter sowohl, wie im Sommer abgehaltenen, lediglich zu Mitthei-



Herr Flesch, Dr. med.
„ Frank, H., Apotheker.
„ Fresenius, Dr., Karl.
„ Fries, H. R.
„ v. Fritsch, Staatsrath.
„ Fritz, G. A. H., Mechanikus.
„ Geisenheimer, August.
„ Getz, Dr. med.
„ Glöckler, C. Pfarrer.
„ Goeckel, Ludwig.
„ Goldschmidt, Adolph B. H.
„ Hast, G. W.
„ Hauck, Georg.
„ Hessemer, F. M., Professor.
„ Hessenberg, Fr.
„ v. Heyden, Senator.
„ Hoffmann, C., Secretär.
„ Hölzle, F. A.
„ Hörle, Jul., Apotheker.
„ Hörle, H. P., Apotheker.
„ Jacobi, Joh. Zach.
„ v. Jan, Eduard.
„ Jassoy, J. A., Apotheker.
„ Jost, C., Apotheker.
„ Jung, Dr. jur., Forstamts-Aktuar.
„ Katz, Noë.
„ Katz, Sal. Jac.
„ Kayßer, F. A.
„ Kesselmeyer, P. A.
„ Keßler-Gontard, Senator.
„ Keßler, Karl.
„ Keßler, Heinrich.
„ Kirchheim, Raphael.
„ Klein, Jakob Philipp.
„ Klein, Thomas Ferd.
„ Kloß, Senator, Dr. jur.
„ Kloß, J. G. H., Dr. med., Stadtphysikus.
„ Klotz, Carl.
„ Knorr, Ludwig, Dr. jur., Fahrpost-Inspector.
„ Königswärter, A.
„ v. Lersner, k. k. österr. Rittmeister.
„ Lindheimer, G.
„ Loh, Theobald.

Herr Lorey, Dr. med
„ Letmar, Dr. med.
„ Löwe, Dr., Julius.
„ Lucius, Eugen, Dr.
„ Mack, F. W.
„ Mack, G.
„ Majer, J. F.
„ Mandel, A.
„ Mappes, Dr. med., erster Stadtphysikus.
„ Marcusen, Hofrath, Dr.
„ Matern, Christian.
„ Matti, Dr. jur.
„ Meggenhofen, C. M., Ingenieur.
„ Melber, Dr. med., Stadtphysikus.
„ Mettenius, G. A.
„ Meyer, Cäsar.
„ Meyer, Carl Eduard.
„ Meyer, Fr., Apotheker.
„ Meyer, Otto.
„ Meyer, Theodor.
„ v. Mosel, Premierlieutenant.
„ Muck, Friedr. Alex., Consul.
„ Muck, Fritz.
„ Müller, Joh. Michael.
„ Müller, Kanzleirath, Dr. jur
„ Mumm, Herm.
„ Nestle, Julius.
„ Oehmer, Wilh. Theodor.
„ Oettinger, Lieutenant.
„ Oppel, Dr. phil., Professor.
„ Osborn, Heinrich.
„ Passavant, Hermann.
„ Passavant, Ph. Theodor.
„ Peisch, Joh. Phil.
„ Pfeiffer, Eug.
„ Ponfick, Dr. med.
„ Poppe, Dr. phil., Oberlehrer.
„ Quilling, Friedr. Wilh.
„ Redtel, Rob. Gust., Dr. phil.
„ Reichard, Hospitalmeister.
„ Reichard, Georg.
„ Reiff, Friedr., Lehrer.
„ Reinach, Adolph.
„ Reiß, Isaak.

7) Ueber das Rotiren einer hohlen Metallkugel unter dem Einflusse der Elektricität. (Dingler's polyt. Journ. Bd. 150, S. 155.)

8) Ueber die Anfertigung eines neuen Sprengpulvers und einer neuen Art von Sicherheitszündern. (Polytechn. Centralbl. 1858, S. 1514.)

Im Monat December:

1) Ueber ein neues, außerordentlich empfindliches Elektroscop, nach der Construktion des Herrn J. Nestle.

2) Ueber die Benutzung eines im hohen Grade die Elektricität schlecht leitenden Harzes zu Anstrichen für elektrische Apparate.

3) Ueber Phosphorescenz des Kaliums und Natriums. (Erdmann's u. Werther's Journ. f. prakt. Chemie. Bd. 75, S. 128.)

4) Ueber die Nachweisung der im Regen, Nebel und Thau enthaltenen Salpetersäure. (Chemisches Centralblatt 1858, S. 646.)

5) Mittheilung eines neuen von Prof. Böttger entdeckten Verfahrens, das bei der unvollkommenen Verbrennung sich erzeugende Kohlenoxydgas in Räumen nachzuweisen, desgleichen die Anwesenheit geringer Mengen von Elaylgas, Grubengas, Wasserstoffgas und Leuchtgas zu constatiren.

6) Ueber Schmelzung und Verbrennung der Metalle mittelst der einfachen Gaslampe.

7) Ueber das Verhalten einiger Kupferoxydul-Doppelsalze zu verschiedenen Gasen, insbesondere zu Leuchtgas.

Im Monat Januar 1859:

1) Ueber die Bestandtheile und den Ursprung der Meteorolithen.

2) Ueber die Zerlegung der Kohlensäure mittelst Kalium.

3) Ueber die Nachweisung von Wasserstoffgas bei der Zersetzung des Ammoniumamalgams.

4) Ueber ein auf polarisirtes Licht stark einwirkendes neues Kupfersalz.

5) Ueber das Vorkommen des Indigblaus im Harn gesunder Menschen und Pferde und dessen leichte Nachweisung. (Erdmann's u. Werther's Journ. f. prakt. Chemie. Bd. 75, S. 376.)

6) Ueber einige auffallende Eigenschaften der bei der Einwirkung von Leuchtgas auf Kupfer- und Silbersalze entstehenden explosiven Kohlenwasserstoffverbindungen.

Verzeichniß der correspondirenden und Ehren-Mitglieder.

Herr Friedrich Thomas Albert dahier.
" Prof. Dr. Argelander in Bonn.
" Akademiker Dr. Baudouin in England.
" Staatsminister von Baumgartner in Wien.
" Prof. Dr. von Baumhauer in Amsterdam.
" Elie de Beaumont, Inspect. en chef des mines in Paris.
" Prof. Dr. Gustav Bischoff in München.
" Medicinalrath Dr. L. Bley in Bernburg.
" Prof. Dr. Buchner in München.
" Prof. Dr. Buff in Gießen.
" Prof. Dr. Bunsen in Heidelberg.
" Prof. Despretz, Präsident der kais. franz. Akademie in Paris.
" Dr. Emil Maximilian Dingler in Augsburg.
" Prof. Dr. Dove in Berlin.
" Prof. Dr. Duflos in Breslau.
" Geh. Hofrath Dr. Eisenlohr in Carlsruhe.
" Dr. Georg Engelmann zu St. Louis.
" Prof. Dr. Erdmann in Leipzig.
" Hofrath Prof. Dr. von Ettingshausen in Wien.
" Michael Faraday, vom königl. Institut in London.
" Prof. Dr. G. Th. Fechner in Leipzig.
" Prof. Dr. von Fehling in Stuttgart.

Herr Geh. Hofrath Prof. Dr. Fresenius in Wiesbaden.
" Staatsr. und Akademiker Dr. Fritzsche in St. Petersburg.
" Prof. Gemalaro in Catania.
" Geh. Medicinalrath Prof. Dr. Göppert in Breslau.
" Prof. Dr. Greiß in Wiesbaden.
" Sectionsrath Dr. Haidinger in Wien.
" Prof. Dr. Hankel in Leipzig.
" Prof. Dr. Heintz in Halle.
" Prof. Dr. Heis in Münster.
" Prof. Dr. Heßler in Wien.
" Prof. Dr. A. W. Hofmann in London.
" Staatsrath v. Jacobi, Mitglied der k. russ. Akademie in Petersburg.
" Prof. Dr. Ph. Jolly in München.
" Prof. Dr. Knoblauch in Halle.
" Prof. Franz v. Kobell in München.
" Prof. Dr. Kolbe in Marburg.
" Prof. Dr. Herm. Kopp in Gießen.
" Prof. Dr. Kuhlmann in Lille.
" wirkl. Staatsrath und Akademiker Kupffer in St. Petersburg.
" Prof. Dr. Lerch in Prag.
" Prof. Dr. Lenz, Mitglied der kais. russ. Akademie in Petersburg.
" Prof. Dr. Justus v. Liebig in München.
" Prof. Dr. Limpricht in Göttingen.
" Prof. Dr. Listing in Göttingen.
" Dr. Karl von Littrow, Direktor der k. k. Sternwarte in Wien.

10) Referat über die Brauchbarkeit der von Renoux und Salleron empfohlenen neuen Anordnung der Bunsen'schen Batterie.

11) Ueber die Gewinnung des Anchusins mittelst Schwefelkohlenstoffs. (Böttger's polyt. Notizblatt. 1859, S. 112.)

Im Monat Mai:

1) Ueber eine gefahrlose Bereitungsweise der chlorigen Säure und deren Salze. (Liebig's Annalen. Bd. 109, S. 317.)

2) Ueber leichtflüssige Gold-, Silber- und Kupfer-haltige venetianische Gläser.

3) Mittheilung einer neuen Methode zur Erkennung von Blutflecken. (Walz's neues Jahrb. f. Pharmacie. Bd. 11. S. 289.)

Im Monat Juni:

1) Mittheilung einer neuen Methode, gerade Stahlstäbe zu magnetisiren. (Poggendorff's Annalen. Bd. 106, S. 646.)

2) Anstellung einiger auf Magnetismus und Diamagnetismus Bezug habender Versuche.

3) Ueber das sogenannte Verstählen der zum Druck bestimmten gravirten Kupferplatten auf elektrochemischem Wege. (Böttger's polyt. Notizblatt. 1859, S. 129.)

4) Ueber die chemische Veränderung der Papiermasse durch Schwefelsäure. (Chemisches Centralbl. 1859, S. 337.)

5) Ueber elektrolytische Zerlegung des Jod- und Chlorammoniums.

Im Monat Juli:

1) Die Theorie der elektrischen Ketten und elektromagnetischen Kraftmaschinen vom neueren mechanischen Standpunkte. (Vortrag des Herrn Privatdocenten in Heidelberg, Dr. Meidinger.)

2) Ueber gewisse, durch Elektricität bewirkte Rotationen metallener Kugeln. (Poggendorff's Annalen. Bd. 107, S. 455.)

3) Ueber scheinbare Vergoldung des Stahls oder die Erzeugung von Tombak in einer Temperatur von 160° Cel.

4) Ueber die Einwirkung rasch auf einander folgender elektrischer Funken auf einfache und zusammengesetzte Gase.

5) Anstellung eines neuen optischen Versuches mittelst des Ruhmkorff'schen Inductionsapparates.

6) Ueber die Zusammensetzung und beste Bereitungsweise des Aventurins von Murano.

7) Ueber das Verhalten des Silberoxyds zu verschiedenen Stoffen.

Im Monat August:

1) Ueber die Erzeugung eines reinen Weiß aus complementär gefärbten Pigmenten.

2) Ueber sogenanntes Gasöl und dessen hauptsächlichsten Bestandtheile.

3) Ueber quantitative Bestimmung des Santonins in den sogenannten Wurmtabletten. (Archiv d. Pharmacie. Bd. 149, S. 22.)

4) Ueber Caselli's sogenannten Pantelegraph. (Polyt. Centralbl. 1859. S. 1005.)

5) Ueber Dove's Anwendung des Stereoscops zur Unterscheidung eines Nachdrucks u. s. w. von seinem Originale.

6) Stereoscopische Darstellung „glitzernder" Flächen.

7) Ueber das Einfachsehen doppelter Bilder, insbesondere mit gekreuzten Augenaxen.

8) Bemerkungen über angebliche Mondphotographien. (Nro. 5—8. Vorträge des Herrn Prof. Dr. Oppel.)

9) Ueber den Magnetismus der Drähte eines Galvanometers. (Baumgartner's Zeitschrift. Bd. 4. S. 112.)

10) Ueber einige chemische Gesichtspunkte bei Entstehung der sogenannten Caries der Zähne. (Erdmann's und Werther's Journ. f. prakt. Chemie. Bd. 77, S. 249.)

Außerdem wurden vorgezeigt, am 23. October 1858: sehr schön krystallisirtes purpursaures Ammoniak (Murexyd), natürliche Zinkblüthe aus Spanien und verschiedene aus Aluminium gefertigte Gegenstände; am 27. November: ein neues, von Herrn Dr. Rottenstein angefertigtes künstliches Gebiß aus sogenannter vulkanisirter Caoutchoucmasse; am 8. Januar 1859: ein Bruchstück von dem Ellbogner Meteoreisen, dem sogenannten „verwünschten Burggrafen", aus dem k. k. Hof-Mineralienkabinet in Wien; am 15. Januar: ein neues Schleifmaterial für Glas; am 19. Februar: ein neuer Gas-Löthapparat; am 15. März: eine von Prof. Böttger construirte neue Vorrichtung, um gewöhnliches Wasserstoffgas mit hellleuchtender Flamme brennen zu lassen; desgleichen einige Proben künstlich nachgeahmten Schildpatts und Perlmutter; am 21. Mai: Produkte der trocknen Destillation der Braunkohle aus der „Georghütte" bei Aschersleben; am 11. Juni: eine Collection interessanter Stereoscop-Bilder

aus dem physikalischen Magazin des Herrn Albert Sohn, sowie neuer Geißler'scher Röhren zur Demonstration des geschichteten Lichtes mittelst Inductionselektricität; am 25. Juni: ein von Herrn Mechanikus Wilhelm Albert dahier gefertigtes Polytrop, nach der Construction des Prof. Magnus.

An den Vorlesungen über unorganische Chemie nahmen außer den wirklichen Vereinsmitgliedern noch 18 Zuhörer Theil; an den Vorlesungen über die Anfangsgründe der Chemie noch 7; an den Vorlesungen über die Lehre von der Wärme noch 10; sodann an den Vorlesungen über die Anfangsgründe der Physik noch 2 Zuhörer. — Außerdem wurden zu den Vorlesungen über die Anfangsgründe der Chemie den Schülern der beiden oberen Classen des Gymnasiums 40, denen der oberen Classe der Musterschule 7; zu den Vorträgen über die Anfangsgründe der Physik den Schülern des Gymnasiums 47 und denen der Musterschule 12 Freikarten ertheilt.

Auf Ersuchen der Feldsection des Polizeiamts wurde wegen Behinderung der Vegetation auf einem in der Nähe einer Fabrik gelegenen Repsacker ein gutachtlicher Bericht erstattet.

Die meteorologischen Beobachtungen wurden fortgesetzt und durch den Secretär des Vereins in die Berliner Formulare eingetragen. Die Beobachtung der Sternschnuppen mit genauer Notirung der Zeit ihres Falles fand am 8. und 11. August 1859 durch mehrere Vereinsmitglieder auf dem Paulsthurm statt und wurden die Aufzeichnungen hierüber an Herrn Professor Dr. Heis in Münster eingesandt.

Die astronomischen Beobachtungen sowie die Regulirung der Normaluhr auf dem Paulsthurm wurden durch Herrn Dr. Lorey fortgesetzt. Von Seiten des Bauamts wurde von Tiede in Berlin eine astronomische Pendeluhr, welche gleichfalls von Herrn Dr. Lorey in richtigem Stand und Gang erhalten wird, angeschafft. Dieselbe soll in der Folge als Normaluhr zum Richten der galvanischen Uhren sowie für die hiesigen Thurmuhren benutzt werden.



Die diesem Bericht beigefügten Tabellen sowie die graphische Darstellung der Witterungsverhältnisse wurden durch den Secretär des Vereins vollzogen.

Da in den Formularen des Berliner statistischen Bureaus bei den mittleren Thermometerständen das tägliche Maximum und Minimum **nicht** mit in Rechnung gebracht wird, so entstanden bei Vergleichung der gedruckten monatlichen Aufstellungen desselben mit den in dem Jahresbericht des physikalischen Vereins gegebenen Tabellen öfters geringe Abweichungen der beiderseitigen Resultate. — Um solches für die Folge zu vermeiden, wurde diesmal in Uebereinstimmung mit den Berliner Berechnungen das Ergebniß der mittleren Wärme des Tags nur aus den drei täglichen Beobachtungen notirt.

Ebenso werden, um eine vollständige Uebereinstimmung mit den Berliner Einzeichnungen zu erzielen, bei den Beobachtungen des Thermometers die Mittel, statt wie bisher geschehen auf eine, jetzt auf zwei Decimalstellen berechnet.

Eingegangene Büchergeschenke.

Von der k. k. Akademie der Wissenschaften in Wien:

Deren Sitzungsberichte:

Band XXVII, Heft 2, December.
" XXX, № 16. 17. 1858.
" XXXI, " 18—20. "
" XXXII, " 21. 22. "
" XXXIII, " 23—29. "
" XXXIV, " 1—6. 1859.
" XXXV, " 7—9. "

Kreil, Anleitung zu den magnet. Beobachtungen, Wien 1858.

Von der k. k. geologischen Reichsanstalt in Wien:

Deren Jahrbuch 1858, № 3, Juli — September.
" " " " 4, October — December.
" " 1859, " 1, Januar — März.

Von der k. preuß. Akademie der Wissenschaften in Berlin:

Deren Monatsbericht, 1858. Juli — December.

Von der schlesischen Gesellschaft für vaterländische Kultur in Breslau:

Deren 35. Jahresbericht, 1857.

Von der naturforschenden Gesellschaft in Görlitz:

Deren Abhandlungen, 9. Band, 1859.

Von der naturforschenden Gesellschaft in Basel:

Deren Verhandlungen, II. Theil, 1. Heft, 1858.

Von dem naturhistorisch-medicinischen Verein in Heidelberg:

Dessen Verhandlungen, N° V, nebst Statuten.
" " " VI.

Von der physikalisch-medicinischen Gesellschaft in Würzburg:

Deren Sitzungsberichte, 1858.

Von der k. Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen:

Nachrichten von der Georg-Augusts-Universität vom Jahre 1858, N° 1 — 28, nebst Register.

Von der naturforschenden Gesellschaft in Bamberg:

Deren 4. Bericht, 1859.

Von dem Verein für Erdkunde und verwandte Wissenschaften in Darmstadt:

Dessen Notizblatt, N° 21—26, Januar — März 1859.

Von der naturforschenden Gesellschaft in Halle:

Deren Sitzungsberichte, 1858.

Von dem statistischen Bureau in Berlin:

Tabellen und amtliche Nachrichten über den preußischen Staat, Berlin 1858. Fol.

Von der Wetterauer Gesellschaft für die gesammte Naturkunde zu Hanau:

Deren Jahresbericht, 1857 — 1858.

Von der Société impériale des naturalistes de Moscou:

Deren Bulletin, 1858, N° 2 — 4.
" " 1859, " 1.

Von der k. sächs. Gesellschaft der Wissenschaften zu Leipzig:

Deren Berichte, 1858, 2. 3.

Von der naturforschenden Gesellschaft in Emden:

Deren 44. Jahresbericht, 1858.

Von der Gesellschaft für nützliche Forschungen in Trier:

Deren Jahresbericht, 1857.

Von der naturforschenden Gesellschaft in Bern:

Deren Mittheilungen aus dem Jahre 1856 u. 1857 (N° 360 — 407).

Von der allgemeinen schweizerischen Gesellschaft für die gesammten Naturwissenschaften in Bern:

Deren Verhandlungen 1856 u. 1857.

Von dem k. ungarischen naturwissenschaftlichen Verein in Pesth:

Dessen Jahrbücher in ungarischer Sprache, Band I — III. (1841 — 1856.)

Original-Abhandlungen aus dem III. Bd. derselben (deutsch) 1858.

Von der Oberhessischen Gesellschaft für Natur und Heilkunde in Gießen:

Deren 7. Bericht, 1859.

Von der Smithsonian Institution in Washington:

Annual Report for 1857.

Von Herrn Prof. Dr. Heis in Münster:

Bildliche Darstellung der zu Münster vom 1. Dec. 1857 bis 30. Nov. 1858 angestellten meteorologischen Beobachtungen.

Von Herrn Prof. Dr. Rochleder in Prag:

Ueber das Vorkommen des Quercitrin als Blüthenfarbestoff.

Von Herrn Dr. M. A. F. Prestel in Emden:

Bildliche Darstellung des Ganges der Witterung im Königreich Hannover, vom 1. Dec. 1857 bis 30. Nov. 1858.

Von Herrn Dr. Adolph Weiß in Wien:

Untersuchungen über den Zusammenhang in den Aenderungen der Dichten und Brechungs-Exponenten in Gemengen von Flüssigkeiten. Wien 1858.

Von Herrn Dr. G. C. Wittstein in München:

Vollständiges etymologisch-chemisches Handwörterbuch. III. Bd. 3. Ergänzungsheft, 1858.

Von Herrn Prof. Dr. J. Müller in Freiburg:

Programm der Albert-Ludwigs-Universität, Freiburg 1858. 4.

Von Herrn Dr. E. Jochmann in Berlin:

Beiträge zur Theorie der Gase.

Von Herrn Prof. Dr. Heintz in Halle:

Beiträge zur Kenntniß der Zuckersäure und ihrer Verbindungen.
Ueber zwei neue Derivate der Zuckersäure.
Ueber ein basisches Zersetzungsprodukt des Aldehydammoniaks.
Ueber den Stasfurtit.
Ueber die Zusammensetzung des Boracits.

Von Herrn Prof. Dr. Hankel in Leipzig:

Electrische Untersuchungen:

I. Ueber die Messung der atmosphärischen Electricität nach absolutem Maße.
II. Ueber die thermoelektrischen Eigenschaften des Boracites.
III. Ueber Electricitätserregung zwischen Metallen und erhitzten Salzen.
IV. Ueber das Verhalten der Weingeistflamme in electrischer Beziehung.

Von Herrn Geh. Hofrath Hausmann in Göttingen:

Ueber die Krystallformen des Cordierits von Bodenmais in Bayern. Göttingen 1859.

Von Herrn Prof. Dr. Buchner in München:

Ueber den Bleigehalt des Schnupftabaks.

Von Herrn Chemiker Th. J. Klein dahier:

Dove, über das Gesetz der Stürme, Berlin 1857.

Anschaffungen.

I. Die bisher gehaltenen Zeitschriften wurden weiter fortgeführt, nämlich:

1) Bullétin de la Classe physico-mathematique de l'Académie impériale des Sciences de St. Petersbourg.
2) Annalen der Chemie und Pharmacie, von Liebig, Wöhler und Kopp.
3) Journal für praktische Chemie, von Erdmann u. Werther.
4) Polytechnisches Journal von Dingler.
5) Vierteljahrsschrift für praktische Chemie, von Wittstein.
6) Annalen der Physik, von Poggendorff.
7) Neues Repertorium für die Pharmacie, von Buchner.
8) Neues Jahrbuch für Pharmacie, von Winkler und Walz.
9) Polytechnisches Notizblatt, von Böttger.
10) Jahresbericht der Chemie, von Liebig und Kopp.
11) Astronomisches Jahrbuch, von Encke.
12) Fortschritte der Physik, von Krönig und Beetz.
13) Zeitschrift für Mathematik und Physik von Schloemilch und Witschel.
14) Kosmos, von Auer und Reclam.
15) Astronomische Nachrichten, von Peters.
16) Kritische Zeitschrift für Chemie, Physik und Mathematik, von Kekule, Lewinstein, Eisenlohr und Kantor.

II. Neu angeschafft wurden:

A. Bücher:

Joannis Kepleri Astronomi Opera omnia edid. Frisch, Vol. II. 2.

Poggendorff, biographisch-literarisches Handwörterbuch zur Geschichte der exacten Wissenschaften 2c. Lief. 2 u. 3.

Gavarret, Lehrbuch der Electricität, deutsch bearb. von Dr. Rud. Arendt, Bd. I. II. 1. Leipzig 1859.

Liebig, chemische Briefe, 4. Aufl. 2 Bde., Leipzig 1859.



Polytechnisches Centralblatt von Schnedermann und Böttger, 1858 u. 1859.

Arago's Werke, deutsch von Hankel, Bd. 9, 10, 14.

Gmelin, organ. Chemie v. List und Kraut, Lief. 28—30.

Engel und Schellbach, darstellende Optik. Mit 21 Kupfertaf. 4. Halle 1856.

Bauer und Hinterberger, Lehrbuch der chemischen Technik, Wien, 1859.

Liebig, Poggendorff und Wöhler, Handwörterbuch der reinen und angewandten Chemie, bearb. von Fehling u. Kolbe, VII. Bd. 1. u. 2. Lief.

Wittwer, Briefe über A. v. Humboldt's Kosmos, 4. Theil, 1. Abth.

Buchner, die Feuermeteore, insbesondere die Meteoriten historisch und naturwissenschaftlich betrachtet. Gießen, 1859.

Scheerer, Lehrbuch der Chemie, mit besonderer Berücksichtigung des ärztlichen und pharmaceutischen Bedürfnisses, 1. Bd., 1. Lief., Wien 1859.

B. Apparate:

Ein Tisch, zur Anfertigung von Glasgebläse.

Eine Vorrichtung für polarisirtes Licht an dem Mikroskop.

Drei Bunsen'sche Luftzugbrenner.

Mehrere Geißler'sche Glasröhren zur Herstellung des electrischen Spectrums.

1858 — 1859.

Uebersicht der Einnahmen und Ausgaben.

	fl.	kr.	fl.	kr.
A. Einnahmen:				
Kassen-Bestand des Rechnungsjahres 1857/58	264	49		
Beiträge der Mitglieder	1910	—		
Aus dem städtischen Aerar	1500	—		
Erlös für Karten an Nichtmitglieder .	166	—		
Zinsen von Obligationen	657	30		
Vergütung für Heizung und Beleuchtung	69	10		
Rückvergütungen auf Unkosten-Conto .	25	28		
Rückvergütung der Aachener und Münchener Feuerversicherungs-Gesellschaft	16	52		
Für 5 zurückbezahlte Badische fl. 35 Loose	248	45		
Abzahlung auf einen verkauften Apparat	60	—	4918	34
B. Ausgaben:				
Für Gehalte	1700	—		
„ physikalische Apparate	237	31		
„ Chemikalien	214	55		
„ Bücher	309	8		
„ Beleuchtung	75	16		
„ Heizung	81	47		
„ Feuerversicherung	67	47		
„ verschiedene Unkosten	831	51		
Zum Kapital 8 % der Brutto-Einnahme	393	27		
Als Reservefond für 1859/1860 . . .	1006	52	4918	34

Anhang.

Ueber das Einfachsehen doppelter Bilder bei gekreuzten Augenaxen,

ins Besondere

über eine einfache, verkleinernde Modification des Stereoskops ohne Spiegel und Gläser.

Von Professor Dr. **J. J. Oppel.**

(Vgl. den entsprechenden Aufsatz im Jahresberichte 1855 — 1856, S. 37.)

Im Jahresberichte des Vereins für 1855—1856, Seite 37 ff., ins Besondere Seite 43 o.) hat der Verfasser dieser Zeilen des Näheren besprochen, wie das Einfachsehen doppelter Bilder ohne alle stereoskopischen Hülfsmittel, überhaupt ohne künstliche Ablenkung der Lichtstrahlen, am Einfachsten dadurch bewirkt wird, daß man den Bildern und den Augen gegeneinander diejenige Stellung gibt, welche die Coincidenz entsprechender Bildpunkte in beiden Augen ermöglicht, und diese dann durch die geeigneten Mittel, soviel thunlich, erleichtert; weßhalb er denn auch für die dort beschriebene kleine Vorrichtung den Namen eines Haploskops (Einfachsehers) vorgeschlagen. Das Princip des Stereoskops nämlich läßt sich, wie ebendaselbst näher erörtert worden, zwar leicht mit dem der besagten Vorrichtung vereinigen, ist aber doch an sich wesentlich davon verschieden.

Das Zusammenfallen der zwei Bilder im Auge erfolgt nämlich, wenn es nach der dort beschriebenen Methode bewerkstelligt wird, einfach dadurch, daß je zwei entsprechende Punkte der Bildfläche in einer solchen Entfernung von einander liegen, welche kleiner als die Distanz beider Pupillen ist, daß demnach die Augenaxen beim Betrachten der Bilder (ähnlich und in ähnlichem Grade, wie beim gewöhnlichen binocularen Sehen) convergiren müssen, und



unsere Vorstellung daher den einen Objectpunkt, welchem je 2 Bildpunkte entsprechen, in die Verlängerung der beiden Sehelinien, beziehungsweise in deren entfernten Durchschnittspunkt versetzt. Beim ruhigen Betrachten solcher Bilder auf die besprochene Weise werden sich also die Augenaxen erst hinter der Bildfläche schneiden, und in ihrem Verlaufe bis zu derselben, wie gesagt, nur convergiren.

Nun liegt es aber in der That nahe, daß es auch eine Weise des Einfachsehens doppelter Bilder geben müsse, bei welcher jener Durchschnittspunkt der Augenaxen, in den das Sehorgan den Objectpunkt versetzt, vor der Bildfläche liegt. Denn ist z. B. hk in Figur 1. wiederum eine Dimension (die Breite) des darzustellenden Objectes A, so werden sich ja beim gewöhnlichen Betrachten desselben mit zwei Augen nicht bloß die beiden innersten Randstrahlen Lk und Rh in dem näher liegenden Punkte c, sondern bei gehöriger Verlängerung auch die beiden äußersten Strahlen Lh und Rk in dem entfernteren (hinter dem Objecte liegenden) Punkte c' möglicher Weise schneiden können, und es wird daher nicht bloß diesseits c (wie in dem früher besprochenen Falle), sondern auch jenseits c' möglich sein, die beiden den Augen zugesandten Strahlenkegel hLk und hRk mit einer künstlichen Bildfläche fg so zu durchschneiden, daß auf Letzterer zwei gesonderte, neben einander liegende Bilder mn und m' n' möglich werden, welche, richtig gezeichnet, auf das Sehorgan den gleichen Eindruck hervorbringen müssen, wie das in hk befindliche Object A selbst.

Der wesentliche Unterschied dieser zweiten Weise, zwei Bilder desselben Gegenstandes einfach zu sehen, von der a. a. O. geschilderten ersten wird sonach darin bestehen, daß

1) die beiden Augenaxen beim Betrachten entsprechender Punkte des Bildes, also z. B. Lm und Rm', oder Ln und Rn', sich hier vor der Bildfläche fg durchkreuzen, — (während sie dort nur convergirten); daß daher

2) der scheinbare Ort des gesehenen Objectes A (in hk) hier gleichfalls dem Auge näher liegt, als die Bildfläche fg, (während er dort hinter derselben lag); und daß demnach

3) das bei hk erblickte Object hier kleiner erscheint, als die Bilder mn und m' n', — (während es dort vergrößert gesehen ward).

Es ergibt sich aus Letzterem zugleich, daß diese zweite Weise, falls ein Gegenstand in seiner natürlichen Größe erscheinen soll, nur

auf verhältnißmäßig kleine Objecte anwendbar ist; daß ferner, bei gegebener Größe und Lage des Darzustellenden, als Minimum für den Abstand der Bildfläche die Entfernung des Punktes c′ vom Auge (der Abstand pc′) gelten muß, und daher die Bilder im Allgemeinen weit vom Auge entfernt gehalten werden müssen, — weil sie nämlich sonst nicht vollständig auseinander fallen könnten, sondern sich mit ihren inneren Rändern (bei m oder n′) theilweise überdecken würden. Oder umgekehrt: Ist die Entfernung Lm′ der Bildfläche vom Auge eine gegebene (z. B. durch die Dimensionen des Instrumentes bestimmt), so muß man als abzubildendes Object einen so nahen Gegenstand wählen, daß der Durchschnittspunkt c′ der äußersten Randstrahlen noch diesseits der Bildfläche fg fällt, also zwischen beiden Bildern noch ein kleiner Zwischenraum mn′ bleiben kann. (Vgl. die ganz entsprechende Darstellung im Jahresbericht von 1855—1856, S. 43—44).

Da aber hier endlich, wenn dieser Durchschnittspunkt c′ überhaupt entstehen soll, die genannten äußersten Randstrahlen von L und R aus convergiren müssen, so folgt von selbst, daß sich auf diese zweite Weise nur solche Objecte darstellen lassen, deren Breitendimension hk die natürliche Distanz der Pupillen (also ungefähr $2^1/_2''$) nicht erreicht. Dieser unvermeidlichen Beschränkung gegenüber fällt jedoch hier eine andere, welche bei der a. a. O. geschilderten ersten Art des Einfachsehens vorhanden war, hinweg: es braucht nämlich hier die Distanz je zweier entsprechenden Bildpunkte nicht, wie dort, kleiner zu sein, als dieser Abstand der Pupillen von einander, weil ja die nöthige Convergenz der Augenaxen hier auf eine andere Weise, durch die Kreuzung derselben vor dem Bilde, bewirkt wird. Auch ist man hier in keinem Falle in Gefahr, die a. a. O. näher besprochenen natürlichen Gränzen der Augenparallaxe zu überschreiten, weil ja die eine (untere) Gränze dieses Winkels (= 0), eben wegen jener Kreuzung, hier von selbst nie erreicht werden kann, die andere aber (c. $23^1/_2{}^0$), selbst bei ziemlich großer Distanz je zweier entsprechenden Bildpunkte, jedesmal durch eine größere Entfernung der Bilder vom Auge und die dadurch bewirkte Minderung jenes Winkels, falls er zu groß wäre, vermieden werden kann.

Es ergibt sich sonach als ein weiterer wesentlicher Unterschied zwischen der früher besprochenen und dieser zweiten Art des Einfachsehens

4) daß hier zwar die Breitendimension des darzustellenden Objectes, nicht aber der Abstand entsprechender Punkte des Bildes, hinter der natürlichen Distanz beider Pupillen zurückbleiben muß, — (während dort genau das Umgekehrte Statt fand).

Die Möglichkeit der beabsichtigten Illusion, d. h. der Betrachtung beider Bilder mn und m'n' auf die besagte Weise als eines Objectes, ist hiermit offenbar gegeben, — noch nicht aber die auch hier zu fordernde Erleichterung. Denn die Augenaxen werden ja, wenn jene Illusion wirklich eintreten soll, den größeren Winkel LhR=LkR mit einander bilden müssen, — während sich auch hier erwarten läßt, daß sie dazu in der Regel nicht gerade geneigt sein werden, so lange jedes der beiden Augen die beiden Bilder mn und m'n' zugleich erblicken kann. Vielmehr wird auch hier, wegen der a. a. O. erwähnten mancherlei andern Mittel, die dem menschlichen Sehorgane zur Schätzung der Entfernung des Gesehenen zu Gebote stehen, beim Anblick der Fläche fg immer am Leichtesten und unwillkürlich diejenige Stellung der Augenaxen eintreten, welche beim gewöhnlichen Betrachten dieser Fläche Statt finden würde; d. h. die Augen werden eine solche Stellung einnehmen, daß ihre Axen — statt des größeren Winkels LhR — die viel kleinere Parallaxe Lm'R oder LnR bilden, und somit die Bilder des Gegenstandes A als zwei verschiedene neben einander erblickt werden.

Daraus ergab sich mir denn die zweite Forderung, die Entstehung dieser letzteren, kleineren Parallaxe unmöglich zu machen; — zu welchem Zwecke es mir hinreichend, oder mindestens geeignet erschien, zwischen das Auge und die Bildfläche fg, in der Gegend, wo das Object erscheinen soll, eine Querwand st aufzustellen, die durch eine viereckige Oeffnung von der Breite hk durchbrochen ist, so daß sie den für jedes Auge erforderlichen Lichtkegel mLn und m'Rn' nur eben durchläßt, die seitlichen Strahlen m'L, nR dagegen abschneidet. Optischer Apparate aber, zur Ablenkung des Lichtes, oder zur Versetzung beider Bilder in die Mitte jener Fläche, bedarf es offenbar auch hier nicht; denn die wirkliche Coincidenz der Bilder auf „entsprechende Stellen" beider Netzhäute bewirkt auch hier (mit größerer oder geringerer Willigkeit) die Stellung der Augen selbst, — nicht das Instrument.

Nur die (a. a. O. gleichfalls erwähnte) innere Accommodation steht auch hier dem Zustandekommen der fraglichen Augentäuschung

noch etwas hindernd im Wege, und ich bediente mich daher, um dies Hinderniß soviel möglich zu reduciren, derselben, bereits bei dem vorigen Apparate beschriebenen beiden Mittel. Ich wählte nämlich erstens die Stellung und Entfernung der Bilder so, daß auch das in hk wirklich befindliche Object noch etwas außerhalb der Weite des bequemsten deutlichen Sehens liegen und somit eine mäßige Accommodation für die Ferne (oder für den Kurzsichtigen eine Concavbrille) nöthig machen würde, — und wandte zweitens, um die Schätzung der Entfernung dem einzelnen Auge möglichst zu erschweren, stets nur transparente Bilder auf dunkelem Grunde an, die ich überdies, wie bei der früher beschriebenen Vorrichtung, (um den materiellen Zusammenhang der Bilder mit den übrigen Theilen des Apparates nicht gleichzeitig sichtbar werden zu lassen) in einen inwendig matt geschwärzten, rings verschlossenen Behälter setzte, so daß auch hier dem Auge außer dem durch die Bilder selbst eingelassenen Lichte gar nichts Sichtbares dargeboten wird.

Durch gleichzeitige Anwendung der vier genannten Kunstgriffe erhält man denn in der That ein (scheinbar) verkleinerndes Stereoskop ohne alle Gläser oder Spiegel, ein „Haploskop" der zweiten Art, wie man es nach Analogie des früher beschriebenen nennen könnte, das nur kleine und verhältnißmäßig nahe Gegenstände zeigt, und bei welchem sich die Sehelinien vor dem Bilde durchkreuzen.

Der erwähnte, in Fig. 2 abgebildete Behälter hat im Ganzen eine Länge von $26^3/_4$", und auf den größten Theil dieser Länge eine Breite von 4" und eine Höhe von $2^1/_2$" (hies. Maßes, 1' = 12" = 0,284 Meter). Der vordere, die Bilder aufnehmende Theil bc, der die Gestalt einer abgestumpften Pyramide hat, ist in der Richtung bc $7^3/_4$" lang, so daß für die Länge von a bis b 19" übrig bleiben. In der Entfernung ad = 12" vom Ocular-Ende a befindet sich die erwähnte, mit einer $1^1/_2$" hohen und $1^1/_3$" breiten viereckigen Oeffnung versehene, beiderseits geschwärzte Querwand fd, die oben (bei fe) durch eine Spalte hervorragt, so daß man sie herausnehmen und erforderlichen Falls durch eine andere mit etwas größerer oder kleinerer Oeffnung ersetzen kann. Die mit zwei Löchern für die Augen versehene Vorderfläche (am linken Ende der Figur) ist unten mit einer schrägen Einkerbung n für die Nasenwurzel, oben und zu beiden Seiten mit einer schräg hervorragenden Blendung ahik versehen, die das Auge des Hineinblickenden gegen störende seitliche Beleuchtung schützt.



Das Objectiv-Ende cm besteht aus einem auf die breitere Basis des pyramidalen Theils passenden und leicht aufzusteckenden Doppelrahmen (ähnlich dem a. a. O. beschriebenen), zwischen welchen die transparenten Bilder gelegt werden, und der in seinen beiden, oben durch eine Charniere verbundenen Hälften durch je ein verticales Stäbchen in zwei neben einander liegende, beinahe quadratische Felder getheilt ist. Das Ganze trägt in der Mitte seiner unteren Fläche, bei g, eine Hervorragung, mittelst welcher es auf einem mit Kugelgelenk versehenen Stativ ꝛc. in beliebiger Lage befestigt werden kann.

Für den bei ak in das Innere des Behälters blickenden Beobachter sind auf diese Weise alle Wände des Ersteren, so wie die Ränder der Wände und des Schirmes fd völlig unsichtbar, und er erblickt nur die beiden Bilder, und zwar das links liegende nur mit dem rechten, das rechts liegende nur mit dem linken Auge (während bei der früher beschriebenen Vorrichtung umgekehrt das linke Bild nur mit dem linken, das rechte mit dem rechten Auge gesehen wird).

Das Objekt erscheint in der Gegend fd im Innern des Kastens schwebend und, wie zu erwarten war, gegen die wirklichen Dimensionen der Bilder auffallend verkleinert — welche Verkleinerung aber auch hier, wie die Vergrößerung in dem früher besprochenen Falle, keine wirkliche (gleich der durch geschliffene Gläser bewirkten), d. h. keine Aenderung des Sehwinkels, sondern nur eine „optische Täuschung" im gewöhnlichen, engeren Sinne des Wortes *) ist und gerade dadurch bewirkt wird, daß das Auge den Gegenstand bei unverändertem Sehwinkel (in Folge der vergrößerten Augenparallaxe) in geringere Entfernung versetzt, genau so, wie wir den hoch am Himmel stehenden Mond für kleiner ansehen, als den auf- oder untergehenden.

Was die anzuwendenden Bilder selbst betrifft, so ist aus dem Gesagten klar, daß sich dazu, eben wegen der dem Auge erscheinenden Kleinheit und Nähe des Objectes, nicht Ansichten von Gebäuden, illuminirte Façaden ꝛc. eignen, wie bei dem früheren Apparate, sondern eher kleine Utensilien, geometrische Körper, Verzierungen, Schmucksachen ꝛc. ꝛc. Zum ersten Versuche, der das Princip der in Rede stehenden Vorrichtung rein (ohne Einmischung des stereosko-

*) Vgl. Jahresbericht für 1854 — 55, S. 38.

pischen) darstellen soll, wählte ich z. B. wieder eine gewöhnliche Kerzenflamme, welche (nun nicht verkleinert, sondern) um etwas mehr als das Doppelte vergrößert, aus geschwärztem Kartenpapier zweimal ganz congruent ausgeschnitten, mit feinem weißem Papier unterlegt und mit den geeigneten Farben *) möglichst gleich und naturgetreu illuminirt ward. Die Wirkung war auch hier ganz die beabsichtigte: die Flamme erscheint (in natürlicher Größe) in der Mitte des Behälters und ist, sobald man sie einmal einfach erblickt hat (was bei vielen Augen sofort von selbst geschieht), nur schwer wieder doppelt zu sehen. Aehnlich verhält es sich in allen Fällen, wo die beiden transparenten Bilder ganz gleich sind.

Doch liegt es auf der Hand, daß Nichts im Wege steht, durch geeignete Verschiedenheiten beider Bilder auch auf dies „Haploskop" der zweiten Art gleichzeitig das Princip des Stereoskops anzuwenden und vollkommen körperliche Gegenstände darzustellen (wobei man noch den Vortheil hat, daß, weil hier das Bild viel größer gezeichnet werden kann, als das Object erscheinen soll, die nöthige Genauigkeit leichter zu erreichen ist). Man braucht sich zu dem Ende nur das abzubildende Objekt in der Gegend fd aufgestellt und durch alle bemerkenswerthen Punkte desselben (bei einem eckigen Körper z. B. durch sämmtliche Ecken) gerade Linien sowohl vom rechten, als vom linken Auge nach der entfernten Bildfläche gezogen zu denken, um die betreffenden Bildpunkte zu bestimmen, die dann durch die geeigneten Linien mit einander verbunden werden. Mehrfache in dieser Weise angestellte Versuche bestätigten die obige Theorie vollkommen und zeigten ein eben so täuschendes Relief, wie das dioptrische oder katoptrische Stereoskop. Da die geometrische Construction derartiger Bilder außer dem genau entworfenen „Grund- und Aufrisse" des darzustellenden Körpers noch ziemlich viele Hülfslinien erfordert, bei welchen kleine Unrichtigkeiten leicht große Mängel der endgültigen Zeichnung zur Folge haben können, so zog ich bei etwas complicirteren Gestalten die Berechnung der Bildcoordinaten ihrer geometrischen Construction vor; — so z. B. bei der (von vollkommen-

*) Für die unteren, blauen Ränder der Flamme z. B. darf man, namentlich wenn die Bilder auch bei künstlicher Beleuchtung gesehen werden sollen, weder Berliner- oder Pariserblau, noch Indigo 2c., sondern nur Kobaltblau nehmen, weil jene Farben im transparenten Gas- oder Kerzenlichte stets grün erscheinen und dadurch die beabsichtigte Illusion stören 2c.

ster Reliefwirkung begleiteten) Darstellung eines regelmäßigen 80-flächigen Polyeders, welches entsteht, wenn man sich um ein reguläres Ikosaeder eine Kugel beschrieben, dann auf deren Oberfläche durch je 2 benachbarte Ecken des Ikosaeders Bogen größter Kreise gelegt, diese Bogen halbirt und die Halbirungspunkte unter sich und mit den benachbarten Ecken durch geradlinige Kanten verbunden denkt. Die je 40 beinahe gleichseitigen Dreiecke, welche jedes Auge von diesem Körper erblicken würde (und die freilich zum Theil stark perspektivisch-verkürzt erscheinen), wurden durch feine Nadelstiche auf geschwärztes Kartenpapier übertragen und mit weißem oder röthlich-gelbem Seidenpapier*) unterlegt. Das Polyeder (welches außer den 12 fünfkantigen Ecken des zu Grunde gelegten Ikosaeders noch 30 sechskantige besitzt) erschien in den durch glänzende Lichtpunkte bezeichneten Umrissen seiner sämmtlichen sichtbaren Flächen, mitten im Rohre schwebend, etwas über die Hälfte verkleinert, aber vollkommen körperlich, als ein kugelartig gewölbtes Netz von leuchtenden Dreiecken**). Auf

*) Welches nämlich nach meinen neueren Versuchen den Vorzug vor den früher empfohlenen (allzu transparenten) gefärbten Gelatineblättchen verdient.

**) Um einem etwaigen Nachahmer des recht viel Effect machenden Versuches die nicht ganz mühelose Berechnung oder Construction der Bildcoordinaten zu ersparen, setze ich dieselben her, indem ich mit x den horizontalen, mit y den verticalen Abstand des fraglichen Bildpunktes von der Mitte des Doppelbildes bezeichne, so daß das Minuszeichen für x die nach Links, für y die nach Unterhalb gemessenen Entfernungen bedeutet, und die in Millimetern angegebenen Distanzen für die oben erwähnten Dimensionen der Vorrichtung berechnet, die für das betreffende Auge sichtbaren Punkte aber von oben und von der linken Seite an durch Nummern unterschieden sind.

No.	y =	x für das	
		linke	rechte Bild =
1	26,3 (1/4)	— 34,8	34,8
2	23,1	— 46,1 (1/8)	26,5
3	"	— 26,5	46,1 (1/8)
4	22,5	— 49,7 (2/3)	18,8 (5/6)
5	"	— 18,8 (5/6)	49,7 (2/3)
6	13,0	— 37,9 (6/7)	37,9 (6/7)
7	12,7 (2/3)	— 61,2 (1/4)	10,2
8	"	— 10,2	61,2 (1/4)
9	10,4	— 54,4	20,4
10	"	— 20,4	54,4

4) daß hier zwar die Breitendimension des darzustellenden Objectes, nicht aber der Abstand entsprechender Punkte des Bildes, hinter der natürlichen Distanz beider Pupillen zurückbleiben muß, — (während dort genau das Umgekehrte Statt fand).

Die Möglichkeit der beabsichtigten Illusion, d. h. der Betrachtung beider Bilder mn und m'n' auf die besagte Weise als eines Objectes, ist hiermit offenbar gegeben, — noch nicht aber die auch hier zu fordernde Erleichterung. Denn die Augenaxen werden ja, wenn jene Illusion wirklich eintreten soll, den größeren Winkel LhR=LkR mit einander bilden müssen, — während sich auch hier erwarten läßt, daß sie dazu in der Regel nicht gerade geneigt sein werden, so lange jedes der beiden Augen die beiden Bilder mn und m'n' zugleich erblicken kann. Vielmehr wird auch hier, wegen der a. a. O. erwähnten mancherlei andern Mittel, die dem menschlichen Sehorgane zur Schätzung der Entfernung des Gesehenen zu Gebote stehen, beim Anblick der Fläche fg immer am Leichtesten und unwillkürlich diejenige Stellung der Augenaxen eintreten, welche beim gewöhnlichen Betrachten dieser Fläche Statt finden würde; d. h. die Augen werden eine solche Stellung einnehmen, daß ihre Axen — statt des größeren Winkels LhR — die viel kleinere Parallaxe Lm'R oder LnR bilden, und somit die Bilder des Gegenstandes A als zwei verschiedene neben einander erblickt werden.

Daraus ergab sich mir denn die zweite Forderung, die Entstehung dieser letzteren, kleineren Parallaxe unmöglich zu machen; — zu welchem Zwecke es mir hinreichend, oder mindestens geeignet erschien, zwischen das Auge und die Bildfläche fg, in der Gegend, wo das Object erscheinen soll, eine Querwand st aufzustellen, die durch eine viereckige Oeffnung von der Breite hk durchbrochen ist, so daß sie den für jedes Auge erforderlichen Lichtkegel mLn und m'Rn' nur eben durchläßt, die seitlichen Strahlen m'L, nR dagegen abschneidet. Optischer Apparate aber, zur Ablenkung des Lichtes, oder zur Versetzung beider Bilder in die Mitte jener Fläche, bedarf es offenbar auch hier nicht; denn die wirkliche Coincidenz der Bilder auf „entsprechende Stellen" beider Netzhäute bewirkt auch hier (mit größerer oder geringerer Willigkeit) die Stellung der Augen selbst, — nicht das Instrument.

Nur die (a. a. O. gleichfalls erwähnte) innere Accommodation steht auch hier dem Zustandekommen der fraglichen Augentäuschung

zu erwägen, daß das *Relief* der dem Auge zugekehrten Fläche — hier zwar *nicht* durch eine relative Verschiebung von Ecken und Kanten, die ja fehlen, — aber doch durch eine ähnliche Verschiebung der *hellen und dunkeln Stellen*, nämlich der Schattirung und der mehr oder minder deutlichen Reflexe benachbarter Gegenstände in der spiegelnden Kugelfläche, bewirkt wird, welche letztere Verschiebung zugleich die Vorstellung des *Glanzes* zur Folge hat. Bedenkt man ins Besondere, daß die Bilder der umgebenden Objecte in einer spiegelnden Kugelfläche, einem bekannten Gesetze zufolge, stets *zwischen der Oberfläche* und der *Mitte des Halbmessers* liegen, so werden offenbar diese Spiegelbilder im Allgemeinen gleichfalls eine *convexe* Fläche, ein Relief ähnlich dem der Halbkugel, nur ein *flacheres*, bilden; es wird somit auch die *Verschiebung* dieser Reflexe durch die Augenparallaxe *in demselben Sinne* Statt finden, wie die der auf der *Oberfläche* selbst liegenden Punkte (Rauhheiten, Flecken ꝛc.) und nur von geringerem *Grade* sein: d. h. es werden alle auffallend hellen, oder auffallend dunkeln Reflexpunkte in dem für das *linke* Auge bestimmten Bilde (also hier in dem *rechts* liegenden) *weiter rechts*, in dem andern weiter *links* (in Bezug auf das Kugelcentrum) zu liegen kommen; und der Versuch zeigt in der That, daß auch eine nur ziemlich oberflächliche Beobachtung dieser Regel die Vorstellung

---

Wirkung vollkommen ausreicht. (Wo neben der Decimale gemeine Brüche eingeklammert stehen, sind diese *noch* genauer.) Zur Ausführung braucht man bloß auf den zwei kürzeren Seiten eines $6\frac{1}{2}$" breiten und 4" hohen, nach Art der Fig. 3 in vier gleiche rechtwinklige Felder getheilten, geschwärzten Kartenblattes, von der Mitte m und n aus, den mit dem Zirkel von einem guten Maßstabe genommenen Werth der betreffenden Ordinate y (die Bruchtheile möglichst genau nach dem Augenmaße geschätzt) z. B. nach mr und ns abzutragen, mit einem fein gespitzten, harten Bleistifte rs zu ziehen, darauf wieder von der Mitte v aus die beiden zugehörigen Werthe von x nach vu und vw hin abzustechen, und die Punkte u und w mit den entsprechenden Nummern zu bezeichnen. (Wo *Sternchen* [*] stehen, ist der fragliche Punkt für das betreffende Auge unsichtbar.) Die *Verbindungslinien* der sichtbaren Eckpunkte (nämlich die Linien 4 — 1 — 2, 3 — 1 — 5; 4 — 2 — 3 — 5; 4 — 7 — 2 — 9, 2 — 6 — 3 — 10, 3 — 8 — 5; 11 — 7 — 9 — 6 — 10 — 8 — 12; 11 — 13 — 7 — 15 — 9 — 17 — 6 — 18 — 10 — 16 — 8 — 14 — 12; 13 — 15 — 17 — 18 — 16 — 14; 22 — 13 — 19 — 15 — 24 — 17 — 21 — 18 — 25 — 16 — 20 — 14 — 23; 22 — 19 — 24 — 21 — 25 — 20 — 23; 22 — 26 — 19, 26 — 24 — 28 — 21, 28 — 25 — 27 — 20, 27 — 23; 26 — 28 — 27; 26 — 29 — 27, 28 — 29) werden am Bequemsten mittelst eines Proportionalzirkels in (etwa je 6) *gleiche* Theile getheilt und diese gleich den Ecken durch Nadelstiche markirt.

Das Objectiv-Ende cm besteht aus einem auf die breitere Basis des pyramidalen Theils passenden und leicht aufzusteckenden Doppelrahmen (ähnlich dem a. a. O. beschriebenen), zwischen welchen die transparenten Bilder gelegt werden, und der in seinen beiden, oben durch eine Charniere verbundenen Hälften durch je ein verticales Stäbchen in zwei neben einander liegende, beinahe quadratische Felder getheilt ist. Das Ganze trägt in der Mitte seiner unteren Fläche, bei g, eine Hervorragung, mittelst welcher es auf einem mit Kugelgelenk versehenen Stativ 2c. in beliebiger Lage befestigt werden kann.

Für den bei ak in das Innere des Behälters blickenden Beobachter sind auf diese Weise alle Wände des Ersteren, so wie die Ränder der Wände und des Schirmes fd völlig unsichtbar, und er erblickt nur die beiden Bilder, und zwar das links liegende nur mit dem rechten, das rechts liegende nur mit dem linken Auge (während bei der früher beschriebenen Vorrichtung umgekehrt das linke Bild nur mit dem linken, das rechte mit dem rechten Auge gesehen wird).

Das Objekt erscheint in der Gegend fd im Innern des Kastens schwebend und, wie zu erwarten war, gegen die wirklichen Dimensionen der Bilder auffallend verkleinert — welche Verkleinerung aber auch hier, wie die Vergrößerung in dem früher besprochenen Falle, keine wirkliche (gleich der durch geschliffene Gläser bewirkten), d. h. keine Aenderung des Sehwinkels, sondern nur eine „optische Täuschung" im gewöhnlichen, engeren Sinne des Wortes *) ist und gerade dadurch bewirkt wird, daß das Auge den Gegenstand bei unverändertem Sehwinkel (in Folge der vergrößerten Augenparallaxe) in geringere Entfernung versetzt, genau so, wie wir den hoch am Himmel stehenden Mond für kleiner ansehen, als den auf- oder untergehenden.

Was die anzuwendenden Bilder selbst betrifft, so ist aus dem Gesagten klar, daß sich dazu, eben wegen der dem Auge erscheinenden Kleinheit und Nähe des Objectes, nicht Ansichten von Gebäuden, illuminirte Façaden 2c. eignen, wie bei dem früheren Apparate, sondern eher kleine Utensilien, geometrische Körper, Verzierungen, Schmucksachen 2c. 2c. Zum ersten Versuche, der das Princip der in Rede stehenden Vorrichtung rein (ohne Einmischung des stereosko-

*) Vgl. Jahresbericht für 1854 — 55, S. 38.

b, und die entsprechende Dimension mn des zugehörigen Bildes mit β, so ist offenbar auch hier, wie dort,

$$E : e = b : \beta,$$

und demnach

$$\beta = b \frac{e}{E},$$

was also, da hier $e > E$, eine nothwendige Vergrößerung des Bildes gegen das darzustellende Object in dem linearen Verhältnisse von $E : e$, im vorliegenden Falle z. B. von $12 : 26\frac{3}{4}$, bedingt und dem Zeichner die oben schon angedeutete Erleichterung gewährt.

Noch eine andere Erscheinung aber, die sich an den beschriebenen Doppelbildern beobachten läßt, erklärt sich aus dem bisher Gesagten zur Genüge. Da sich nämlich die Bilder der ersten Art, d. h. die für eine bloße Convergenz der Augenaxen (ohne Kreuzung) berechneten, von den hier zunächst besprochenen der zweiten Art — dem Principe nach gar nicht, und auch wenn man die stereoskopische Wirkung damit verbindet, nur durch eine entgegengesetzte Verschiebung der entsprechenden Punkte beider Bilder unterscheiden, so ist klar, daß man Bilder der einen Art mit denen der andern vertauschen, d. h., daß man die für bloße Convergenz der Sehelinien berechneten Bilder ohne Ausnahme auch mittelst gekreuzter Augenaxen, und umgekehrt, die für Letztere entworfenen, falls sie nicht über $2\frac{1}{2}''$ auseinander liegen, auch durch bloße Convergenz (ohne Kreuzung) einfach sehen kann. Das Objekt eines und desselben Doppelbildes wird, verglichen mit dem Bilde selbst, im einen Falle vergrößert und in die Ferne gerückt, im andern verkleinert und dem Auge genähert erscheinen. Zeichnet man z. B. nach Art der Figur 4 zwei stereoskopische Ansichten einer Pyramide oder eines halben Tetraeders, deren entsprechende Punkte höchstens etwa 2″ von einander entfernt liegen, und betrachtet die Zeichnung aus einer Entfernung von 10 — 14″, so kann Dies, abgesehen von der gewöhnlichen Art des Sehens, entweder so geschehen, daß das linke Auge das linke, das rechte Auge das rechte Bild direkt betrachtet, also die Augenaxen nur mäßig convergiren, oder aber so, daß die Axe des linken Auges nach dem rechten, die des rechten nach dem linken Bilde gerichtet ist, und beide Axen sich also vor der Bildfläche kreuzen. Im ersten Falle sieht man die Pyramide (bei der vorliegenden Zeichnung) hinter der Bildfläche, scheinbar vergrößert und vertieft, im zweiten vor der Fläche, verkleinert und erhaben.

Das Auge bedarf zu beiden Versuchen, bei einiger Uebung und recht correcter Zeichnung, gar keines Erleichterungsapparates. Doch wird die Auffindung der letzteren Augenstellung einfach dadurch erleichtert, daß man eine zwischen die beiden Bilder gehaltene Bleistiftspitze allmählich von dem Papier nach dem Auge bewegt und sie dabei fixirt, wodurch die Bilder sofort zusammenrücken und bald coincidiren. Daß die Pyramide im einen Falle erhaben, im andern vertieft erscheinen muß, liegt offenbar daran, daß in der That die beiden Bilder in Bezug auf das rechte und linke Auge mit einander vertauscht worden, ganz so, wie wenn man bei gleichbleibender Betrachtungsweise das linke Bild rechts gelegt hätte und umgekehrt, was ja bekanntlich dieselbe Wirkung hervorbringt. Die Verschiebung der einzelnen entsprechenden Punkte nach Rechts oder Links (also hier z. B. der Spitze der Pyramide gegen die Winkelpunkte der Basis) ist im einen Falle die umgekehrte des andern: die Spitze muß daher im einen Falle hinter, im andern vor der Basis liegend erscheinen. Eben so leicht erklärt es sich, warum im ersteren Falle das Relief (hier: die Höhe der Pyramide) weit bedeutender erscheint, als im letzteren: der Durchschnittspunkt der im ersteren Falle ohnehin viel schwächer convergirenden Augenaxen rückt nämlich, bei einer abermaligen Minderung dieser Convergenz, um eine weit größere Strecke in die Ferne, als er sich im zweiten Falle, bei an sich schon stärkerer Convergenz, durch deren abermalige äquivalente Vergrößerung dem Auge nähert, (was man am Leichtesten durch zwei, um feste Punkte von gegebener Distanz drehbare Lineale veranschaulichen könnte).

Genauer noch ergibt Dies die mathematische Betrachtung. Da nämlich für das Sehen mit bloß convergenten Augenaxen (siehe Jahresbericht 1855 — 56, S. 49) die Entfernung E, in welcher z. B. die Basis der erwähnten Pyramide erscheint, $= e \frac{d}{d - \delta}$, die der Spitze aber, wenn ich die etwas größere Distanz ihrer beiden Bilder (vgl. Fig. 4) etwa δ' nenne, $= e \frac{d}{d - \delta'}$ ist, so ergibt sich für die scheinbare Höhe (sie heiße H) dieser Pyramide bei jener ersten Art des Betrachtens:

$$H = e \left(\frac{d}{d - \delta'} - \frac{d}{d - \delta} \right) \text{ oder}$$

image
not
available

$$H' = ed \frac{\delta' - \delta}{(d - \delta)(d - \delta')} : \beta \frac{d}{d - \delta} = \frac{e}{\beta} \cdot \frac{\delta' - \delta}{d - \delta'},$$

und für den zweiten Fall (gekreuzte Axen) in ähnlicher Weise $\frac{h}{b}$ oder

$$h' = ed \frac{\delta' - \delta}{(d + \delta)(d + \delta')} : \beta \frac{d}{d + \delta} = \frac{e}{\beta} \cdot \frac{\delta' - \delta}{d + \delta'};$$

hieraus ergibt sich endlich das Verhältniß dieser beiden relativen Höhen (oder „Steilheiten") zu einander:

$$H' : h' = (d + \delta') : (d - \delta');$$

also in unserem vorliegenden Falle z. B., wenn ich den Abstand der beiden Pyramidenspitzen = 2" (und d wieder = 2½") annehme, das Verhältniß 4,5 : 0,5 oder 9 : 1, d. h. die relative Höhe oder Steile der ersten, hohlen Pyramide ist 9mal größer, als die der mit gekreuzten Augenaxen gesehenen erhabenen, was durch den Versuch vollkommen bestätigt wird. Der letzterwähnte einfache Ausdruck zeigt übrigens zugleich, wie dies Höhenverhältniß der auf die eine oder andere Weise gesehenen Figur unabhängig ist von der dem Auge erscheinenden wirklichen Höhe (resp. Tiefe), so wie von den Entfernungen E und e, vielmehr nur abhängt von dem Abstande δ' der beiden Spitzen, oder überhaupt der gegen die Basis verschobenen Theile eines beliebigen Reliefs. Denn was hier der Einfachheit wegen an der Höhe jener Pyramide gezeigt worden, gilt offenbar für alle in der Richtung der Sehelinien liegenden Dimensionen einer beliebigen stereoskopischen Darstellung, und es erklärt sich daraus vollständig, warum die für die zweite Art berechneten Bilder, auf die erste Art betrachtet, ein in jener Richtung umgekehrtes und zugleich sehr verlängertes — dagegen die für die erste Art berechneten (z. B. die mehrerwähnten, bekannten trefflichen Hessemer'schen Bilder), mit gekreuzten Augenaxen betrachtet, ein gleichfalls umgekehrtes, aber sehr verkürztes (in der Richtung der Sehelinien flach gedrücktes) Relief zeigen. So z. B. erscheint mir der oben (S. 29) erwähnte 80flächige Körper, wenn ich das gegen ein Fenster gehaltene Doppelbild auf die erste Art (mit bloß convergenten oder fast parallelen Sehelinien) betrachte, als ein vertieftes, nach hinten bedeutend verlängertes, sackförmiges Netz von leuchtenden Dreiecken 2c. — Daß ferner beim umgekehrten Versuche auch die im Allgemeinen prismatische (überall gleichweite) Form, z. B.



ein Bogengang ꝛc., mit gekreuzten Axen besehen, in die pyramidale, nach vorn spitzig zulaufende übergehen muß, ergibt sich sofort aus den oben gefundenen Ausdrücken für die erscheinenden Höhen. Denn für den Verschwindungspunkt eines solchen prismatischen Ganges, wo $\delta' = d$ und demgemäß $H = ed\,\frac{\delta' - \delta}{o} = \infty$ wird, muß ja $h = ed\,\frac{d - \delta}{(d + \delta).2d} = \frac{e}{2} \cdot \frac{d - \delta}{d + \delta}$ werden: d. h. da zugleich die scheinbare Breite b dieser Spitze, — nach Obigem $= \beta\,\frac{d}{d + \delta}$, — hier $= o.\,\frac{d}{d + \delta} = o$ wird): auch ein solcher prismatischer Gang wird sich, auf die zweite Weise betrachtet, in eine dem Auge zugekehrte kurze Pyramide umstülpen müssen, deren anscheinende Höhe (da $\delta < d$, also $\frac{d - \delta}{d + \delta}$ stets ein positiver ächter Bruch wird) niemals die halbe Entfernung des Bildes vom Auge erreichen, vielmehr in der Regel weit hinter ihr zurückbleiben wird. So erscheint z. B. die von mir für den früher beschriebenen Apparat gezeichnete Ansicht eines Ganges der Maestrichter Höhle, mit gekreuzten Axen betrachtet, als ein wenige Zoll großer, transparenter, flach pyramidalischer Körper, dessen anscheinende Höhe noch nicht einmal der Breite seiner Basis gleichkommt ꝛc.

Schließlich möge noch bemerkt werden, daß es zu beiden Arten des Einfachsehens doppelter Bilder nicht einmal künstlicher Zeichnungen oder Photographien bedarf, sondern bei einiger Uebung dazu auch wirkliche Objecte dienen können. Stelle ich z. B. zwei brennende, recht gleiche Kerzen mitten im Zimmer so auf, daß ihre gleichhohen Flammen nur kaum 2″ weit von einander abstehen, so kann ich sie, namentlich wenn ich durch einen vorgehaltenen Körper je eine für je ein Auge verdecke, auf beide Weisen einfach sehen, entweder als eine verkleinerte und dem Auge näher gerückte, oder als eine stark vergrößerte, entfernter stehende Kerze, wobei sich namentlich die anscheinend 6—8″ hohe Flamme der Letzteren imposant genug ausnimmt. Ebenso kann man bei genau wagrechter Haltung der Augen die Verticalstreifen einer Tapete, oder die Maschen eines Drahtgitters auf beide Weisen, die Messingknöpfe zweier neben einander liegenden Schiebläbchen wenigstens auf die zweite Weise zur Coincidenz bringen,

b, und die entsprechende Dimension mn des zugehörigen Bildes mit β, so ist offenbar auch hier, wie dort,

$$E : e = b : \beta,$$

und demnach

$$\beta = b \frac{e}{E},$$

was also, da hier $e > E$, eine nothwendige Vergrößerung des Bildes gegen das darzustellende Object in dem linearen Verhältnisse von $E : e$, im vorliegenden Falle z. B. von $12 : 26^3/_4$, bedingt und dem Zeichner die oben schon angedeutete Erleichterung gewährt.

Noch eine andere Erscheinung aber, die sich an den beschriebenen Doppelbildern beobachten läßt, erklärt sich aus dem bisher Gesagten zur Genüge. Da sich nämlich die Bilder der ersten Art, d. h. die für eine bloße Convergenz der Augenaxen (ohne Kreuzung) berechneten, von den hier zunächst besprochenen der zweiten Art — dem Principe nach gar nicht, und auch wenn man die stereoskopische Wirkung damit verbindet, nur durch eine entgegengesetzte Verschiebung der entsprechenden Punkte beider Bilder unterscheiden, so ist klar, daß man Bilder der einen Art mit denen der andern vertauschen, d. h., daß man die für bloße Convergenz der Sehelinien berechneten Bilder ohne Ausnahme auch mittelst gekreuzter Augenaxen, und umgekehrt, die für Letztere entworfenen, falls sie nicht über $2^1/_2''$ auseinander liegen, auch durch bloße Convergenz (ohne Kreuzung) einfach sehen kann. Das Objekt eines und desselben Doppelbildes wird, verglichen mit dem Bilde selbst, im einen Falle vergrößert und in die Ferne gerückt, im andern verkleinert und dem Auge genähert erscheinen. Zeichnet man z. B. nach Art der Figur 4 zwei stereoskopische Ansichten einer Pyramide oder eines halben Tetraeders, deren entsprechende Punkte höchstens etwa 2″ von einander entfernt liegen, und betrachtet die Zeichnung aus einer Entfernung von 10 — 14″, so kann Dies, abgesehen von der gewöhnlichen Art des Sehens, entweder so geschehen, daß das linke Auge das linke, das rechte Auge das rechte Bild direkt betrachtet, also die Augenaxen nur mäßig convergiren, oder aber so, daß die Axe des linken Auges nach dem rechten, die des rechten nach dem linken Bilde gerichtet ist, und beide Axen sich also vor der Bildfläche kreuzen. Im ersten Falle sieht man die Pyramide (bei der vorliegenden Zeichnung) hinter der Bildfläche, scheinbar vergrößert und vertieft, im zweiten vor der Fläche, verkleinert und erhaben.

Ueber eine auf Schallreflex beruhende Erscheinung und einen sie nachahmenden Versuch.

Von Prof. Dr. **J. J. Oppel.**

In den das reichhaltige „Musée des marbres antiques" umfassenden Räumen des Louvre zu Paris, und zwar in dem im Erdgeschosse des westlichen Flügels (links) befindlichen „Karyatidensaal", erregt außer dem Reichthum antiker Bildwerke die Aufmerksamkeit mancher Besucher, die davon wissen, auch eine akustische Curiosität: zwei große, weit von einander entfernt stehende Schalen nämlich (in Kraterform, mit Fußgestell), welche die Eigenthümlichkeit besitzen, daß jedes leise in die eine derselben gesprochene Wort von dem an die andere gelegten Ohre des Horchers deutlich vernommen wird.

Der Saal (an sich schon eine Sehenswürdigkeit) hat nach meinen ungefähren Messungen eine Länge von c^a 140′ auf eine Breite von c^a 42′ (ohne die an einer Seite sehr tiefen Fensternischen). Die Schalen sind so aufgestellt, daß die Mittelpunkte derselben die erwähnte Breitendimension des Saals halbiren, von der Länge desselben aber, von jedem Ende aus, ziemlich genau ein Fünftel abschneiden, der Zwischenraum zwischen beiden Mittelpunkten demnach c^a $^3/_5 . 140$ = c^a 84 Fuß beträgt und, da die Schalen selber an ihrem oberen Rande einen Durchmesser von etwas über 7′ haben, das Ohr des Hörers bei dem erwähnten Experimente vom Munde des Redenden über 91 Fuß entfernt ist, dessen Stimme also durch gewöhnliche, directe Schallverbreitung gewiß um so weniger vernehmen würde, als der Zwischenraum zwischen den Schalen durch drei andere kolossale Bildwerke auf mächtigen Piedestalen und überdies meist zugleich durch die hin und her wogenden Gruppen der Betrachter dieser Kunstgegenstände unterbrochen ist. — Der hohle Theil der Schalen (la coupe) ist ziemlich flach, aus polirtem, gelbbraun marmorirtem Steine gefertigt, in der Mitte des Bodens mit einem Medusenhaupte in Bas-

relief geziert, während der cannellirte Fuß aus einer andern, grau gesprenkelten Steinart besteht; die Höhe des oberen Randes über dem Fußboden des Saals mag 4½′ betragen.

Was die Erklärung der beschriebenen Erscheinung betrifft, so ist sie offenbar zunächst in der erwähnten symmetrischen Aufstellung der Schalen gegen die Dimensionen des Locals zu suchen, ins Besondere aber in einem (im Allgemeinen) dreifachen Reflexe des Schalls, am Boden der beiden Schalen nämlich und an der Decke des Saals, welche letztere in der Richtung der Breite flach gewölbt ist und dadurch gleichsam einen hohlen Cylinderspiegel bildet. Es beschreibt sonach die von dem Munde des Redenden ausgehende Schallwelle eigentlich einen Zickzackweg, indem sie, vom Boden der nächsten Schale zurückgeworfen, an die Decke des Saals, von dieser abermals reflectirt, in die zweite Schale, und von deren Boden zum Ohr des Horchenden gelangt.

Daß Dem wirklich so sei, wird durch ein paar von mir sofort angestellte Gegenversuche bestätigt. Stellt man sich nämlich nicht an den äußersten, der kürzeren Wand des Saals zugekehrten Punkt des Umfangs jeder Schale, sondern z. B., einen halben Umkreis davon entfernt, an das entgegengesetzte, innere Ende des in der Verbindungslinie beider Mittelpunkte liegenden Durchmessers, so wird die Stimme (obgleich man nun dem Hörer über 14′ näher ist) nicht gehört; — eben so wenig vernimmt dieser eine Spur derselben, wenn sich eine von beiden Personen, oder auch beide, seitwärts stellen, an das eine Ende derjenigen Durchmesser der Schalen, welche auf deren Vebindungslinie rechtwinklig stehen.

So einleuchtend indessen diese kurze Erklärung des Phänomens im Allgemeinen und auf den ersten Blick erscheinen mag, so wenig stichhaltig würde sie doch sein, wenn man den beschriebenen zickzackförmigen Gang ohne Weiteres der ganzen Schallwelle zuschreiben, d. h. auf alle die Schallstrahlen beziehen wollte, von denen die erste Schale überhaupt getroffen wird. Daß diese vielmehr nicht alle in der zweiten Schale concentrirt werden können, ist augenscheinlich: — denn es wäre dies Letztere, nach den bekannten Reflexionsgesetzen, offenbar nur dann möglich, wenn die Krümmung der Schalen eine hyperbolische, und zu gleicher Zeit die der Decke eine in der Längsrichtung elliptische und in der Breite kreisförmige wäre, so daß der Mund des Redenden und das Ohr des Hörers in den diesseitigen



$$H' = ed \frac{\delta' - \delta}{(d - \delta)\,(d - \delta')} : \beta \frac{d}{d - \delta} = \frac{e}{\beta} \cdot \frac{\delta' - \delta}{d - \delta'},$$

und für den zweiten Fall (gekreuzte Axen) in ähnlicher Weise $\frac{h}{b}$ oder

$$h' = ed \frac{\delta' - \delta}{(d + \delta)\,(d + \delta')} : \beta \frac{d}{d + \delta} = \frac{e}{\beta} \cdot \frac{\delta' - \delta}{d + \delta'};$$

hieraus ergibt sich endlich das Verhältniß dieser beiden relativen Höhen (oder „Steilheiten") zu einander:

$$H' : h' = (d + \delta') : (d - \delta');$$

also in unserem vorliegenden Falle z. B., wenn ich den Abstand der beiden Pyramidenspitzen = 2" (und d wieder = 2½") annehme, das Verhältniß 4,5 : 0,5 oder 9 : 1, d. h. die relative Höhe oder Steile der ersten, hohlen Pyramide ist 9mal größer, als die der mit gekreuzten Augenaxen gesehenen erhabenen, was durch den Versuch vollkommen bestätigt wird. Der letzterwähnte einfache Ausdruck zeigt übrigens zugleich, wie dies Höhenverhältniß der auf die eine oder andere Weise gesehenen Figur unabhängig ist von der dem Auge erscheinenden wirklichen Höhe (resp. Tiefe), so wie von den Entfernungen E und e, vielmehr nur abhängt von dem Abstande δ' der beiden Spitzen, oder überhaupt der gegen die Basis verschobenen Theile eines beliebigen Reliefs. Denn was hier der Einfachheit wegen an der Höhe jener Pyramide gezeigt worden, gilt offenbar für alle in der Richtung der Sehelinien liegenden Dimensionen einer beliebigen stereoskopischen Darstellung, und es erklärt sich daraus vollständig, warum die für die zweite Art berechneten Bilder, auf die erste Art betrachtet, ein in jener Richtung umgekehrtes und zugleich sehr verlängertes — dagegen die für die erste Art berechneten (z. B. die mehrerwähnten, bekannten trefflichen Hessemer'schen Bilder), mit gekreuzten Augenaxen betrachtet, ein gleichfalls umgekehrtes, aber sehr verkürztes (in der Richtung der Sehelinien flach gedrücktes) Relief zeigen. So z. B. erscheint mir der oben (S. 29) erwähnte 80flächige Körper, wenn ich das gegen ein Fenster gehaltene Doppelbild auf die erste Art (mit bloß convergenten oder fast parallelen Sehelinien) betrachte, als ein vertieftes, nach hinten bedeutend verlängertes, sackförmiges Netz von leuchtenden Dreiecken ꝛc. — Daß ferner beim umgekehrten Versuche auch die im Allgemeinen prismatische (überall gleichweite) Form, z. B.



ein Bogengang ꝛc., mit gekreuzten Axen besehen, in die pyramidale, nach vorn spitzig zulaufende übergehen muß, ergibt sich sofort aus den oben gefundenen Ausdrücken für die erscheinenden Höhen. Denn für den Verschwindungspunkt eines solchen prismatischen Ganges, wo $\delta' = d$ und demgemäß $H = ed \frac{\delta' - \delta}{o} = \infty$ wird, muß ja $h = ed \frac{d - \delta}{(d+\delta).2d} = \frac{e}{2} \cdot \frac{d-\delta}{d+\delta}$ werden: d. h. da zugleich die scheinbare Breite b dieser Spitze, — nach Obigem $= \beta \frac{d}{d+\delta}$, — hier $= o . \frac{d}{d+\delta} = o$ wird): auch ein solcher prismatischer Gang wird sich, auf die zweite Weise betrachtet, in eine dem Auge zugekehrte kurze Pyramide umstülpen müssen, deren anscheinende Höhe (da $\delta < d$, also $\frac{d - \delta}{d + \delta}$ stets ein positiver ächter Bruch wird) niemals die halbe Entfernung des Bildes vom Auge erreichen, vielmehr in der Regel weit hinter ihr zurückbleiben wird. So erscheint z. B. die von mir für den früher beschriebenen Apparat gezeichnete Ansicht eines Ganges der Maestrichter Höhle, mit gekreuzten Axen betrachtet, als ein wenige Zoll großer, transparenter, flach pyramidalischer Körper, dessen anscheinende Höhe noch nicht einmal der Breite seiner Basis gleichkommt ꝛc.

Schließlich möge noch bemerkt werden, daß es zu beiden Arten des Einfachsehens doppelter Bilder nicht einmal künstlicher Zeichnungen oder Photographien bedarf, sondern bei einiger Uebung dazu auch wirkliche Objecte dienen können. Stelle ich z. B. zwei brennende, recht gleiche Kerzen mitten im Zimmer so auf, daß ihre gleichhohen Flammen nur kaum 2″ weit von einander abstehen, so kann ich sie, namentlich wenn ich durch einen vorgehaltenen Körper je eine für je ein Auge verdecke, auf beide Weisen einfach sehen, entweder als eine verkleinerte und dem Auge näher gerückte, oder als eine stark vergrößerte, entfernter stehende Kerze, wobei sich namentlich die anscheinend 6—8″ hohe Flamme der Letzteren imposant genug ausnimmt. Ebenso kann man bei genau wagrechter Haltung der Augen die Verticalstreifen einer Tapete, oder die Maschen eines Drahtgitters auf beide Weisen, die Messingknöpfe zweier neben einander liegenden Schiebládchen wenigstens auf die zweite Weise zur Coincidenz bringen,

$d = \frac{r}{2}$, oder $= \frac{r}{10}$ rc., etwa von je 5 zu 5 Graden des Winkels w, eine kleine Tabelle dieser zugehörigen Werthe von B, so kann man mittelst eines guten, etwas großen Transporteurs leicht eine Figur (nach Art der von Engel und Schellbach für die Optik gelieferten) entwerfen, welche den Gang der sämmtlichen in die Tabelle aufgenommenen Strahlen, etwa bis zu 8 oder 10 Reflexionen, dem Auge veranschaulicht *), — und man wird finden, daß, obgleich in der ganzen Kreisfläche kein Punkt existirt, der nicht von irgend einem Theil der Welle getroffen würde, sich doch in der Nähe der Kreisperipherie eine ganze Zone solcher Schallmaxima herumzieht, ähnlich der bekannten katakaustischen Curve, die das Sonnenlicht in spiegelnden Hohlkugeln oder Cylinderflächen hervorbringt, und mit der sie auch, bis auf die Divergenz der ursprünglichen Strahlen, wesentlich identisch ist **).

So wird z. B. das Ticken einer Taschenuhr, die man über dem Fußende einer gewöhnlichen, länglichen Badewanne, etwa 1 — 2′ über deren Rande, aufhängt, von dem im Bade Liegenden, dessen Ohr am andern Ende fast die Oberfläche des Wassers berührt, laut und deutlich so vernommen, als ob sich die Uhr dicht hinter seinem Kopfe befände; — während es sofort verschwindet, wenn man die Uhr etwa über dem Kopf-Ende (also viel näher dem Ohre) aufhängt. Auch die Wirkung der sogenannten „Flüstergalerien" rc. wird durch die oben beschriebene Figur recht anschaulich erläutert, so wie manches Aehnliche, was sich auch in Privathäusern hier und dort findet. Als

---

*) Ich lasse die freilich etwas complicirt ausfallende Figur weg, da sie sich Jedermann leicht selbst construiren kann.

**) Es liegt hier die Frage nahe, ob durch die mehrfache Zurückwerfung des Schalls zwischen solchen kreisförmigen Wänden nicht auch die in Poggendorff's Annalen, Band CI, Seite 105 ff. geschilderten „Reflexionstöne" entstehen müßten. (Ich habe, wie hier beiläufig bemerkt sein möge, diese eigenthümliche Gattung von Tönen seitdem an verschiedenen Stellen der Umgebung unserer Stadt zu wiederholten Malen beobachtet, und dabei namentlich gefunden, daß sie, zumal in stiller Abendstunde, sicher bis zum großen G hinab, also bei einem Abstande der parallelen Wände bis zu 10 — 11′, noch deutlich vernehmbar sind). Allein diese Frage wird offenbar, wegen des in Form regulärer Polygone erfolgenden Umlaufs der meisten Schallstrahlen, im Ganzen zu verneinen, und nur für verhältnißmäßig kleine Kreise und für die durch das Centrum gehenden, oder gar von demselben ausgehenden Strahlen zu bejahen sein.

Ueber eine auf Schallreflex beruhende Erscheinung und einen sie nachahmenden Versuch.

Von Prof. Dr. J. J. Oppel.

In den das reichhaltige „Musée des marbres antiques" umfassenden Räumen des Louvre zu Paris, und zwar in dem im Erdgeschosse des westlichen Flügels (links) befindlichen „Karyatidensaal", erregt außer dem Reichthum antiker Bildwerke die Aufmerksamkeit mancher Besucher, die davon wissen, auch eine akustische Curiosität: zwei große, weit von einander entfernt stehende Schalen nämlich (in Kraterform, mit Fußgestell), welche die Eigenthümlichkeit besitzen, daß jedes leise in die eine derselben gesprochene Wort von dem an die andere gelegten Ohre des Horchers deutlich vernommen wird.

Der Saal (an sich schon eine Sehenswürdigkeit) hat nach meinen ungefähren Messungen eine Länge von c? 140′ auf eine Breite von c? 42′ (ohne die an einer Seite sehr tiefen Fensternischen). Die Schalen sind so aufgestellt, daß die Mittelpunkte derselben die erwähnte Breitendimension des Saals halbiren, von der Länge desselben aber, von jedem Ende aus, ziemlich genau ein Fünftel abschneiden, der Zwischenraum zwischen beiden Mittelpunkten demnach c? $^3/_5 . 140$ = c? 84 Fuß beträgt und, da die Schalen selber an ihrem oberen Rande einen Durchmesser von etwas über 7′ haben, das Ohr des Hörers bei dem erwähnten Experimente vom Munde des Redenden über 91 Fuß entfernt ist, dessen Stimme also durch gewöhnliche, directe Schallverbreitung gewiß um so weniger vernehmen würde, als der Zwischenraum zwischen den Schalen durch drei andere kolossale Bildwerke auf mächtigen Piedestalen und überdies meist zugleich durch die hin und her wogenden Gruppen der Betrachter dieser Kunstgegenstände unterbrochen ist. — Der hohle Theil der Schalen (la coupe) ist ziemlich flach, aus polirtem, gelbbraun marmorirtem Steine gefertigt, in der Mitte des Bodens mit einem Medusenhaupte in Bas-

Entfernung nicht direct gehört werde), also z. B. für den Pendelschlag einer Uhr 2c. nachahmen lassen.

Untersucht man zum Zwecke einer solchen Nachahmung vorerst die mathematischen Bedingungen des Gelingens, d. h. Alles, was Form und Dimensionen, sowohl der Schalen, als der schallreflectirenden Decke betrifft, etwas näher, so ergibt sich zunächst, daß die Schallstrahlen nach ihrer ersten Zurückwerfung im Innern der einen Schale wo möglich alle, oder doch möglichst viele derselben an die Decke gelangen müssen, diese daher eine solche Breite und Höhe haben muß, daß sie den ganzen Strahlenkegel des austretenden Schalles schneidet. Sollen ferner von diesen zweifach reflectirten Schallstrahlen möglichst viele in die zweite Schale gelangen, so müssen offenbar, eine cylindrisch gewölbte Decke vorausgesetzt, die Incidenz- oder Reflexionsebenen (an Letzterer) Axenschnitte dieses Cylinders werden, d. h., die Axe des Letzteren muß mit der Verbindungslinie derjenigen beiden Punkte, von welchen die aus den Schalen reflectirte Welle auszugehen scheint (falls nämlich ein solcher Punkt existirt) zusammenfallen. Betrachtet man daher, was für die Ausführung das Bequemste sein dürfte, die obere Breite der Schalen (im Lichten), = b, deren Tiefe, = t, und die disponible Breite für die aufzustellende Schalldecke, = B, als gegeben, so hat man vorerst, die Schalen als sphärische Hohlspiegel angesehen, deren Krümmungshalbmesser:

$$r = \left[\left(\frac{b}{2}\right)^2 : 2t\right] + \frac{t}{2} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (I$$

und darnach ferner, wenn man, wie gewöhnlich, $\frac{r}{2} = p$ setzt, und den schallerregenden Körper, als Punkt betrachtet, um eine kleine Distanz = d über dem Rande der Schalen annimmt, für die Lage jenes besagten Punktes, von welchem die Strahlen auszugehen scheinen, annäherungsweise den Abstand

$$\varepsilon = \frac{p\,(t+d)}{p-(t+d)} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (II$$

unterhalb der tiefsten Stelle des Bodens der Schalen. Daraus ergibt sich weiter für die Höhe H der beiden äußeren Ränder der Schalldecke über diesem tiefsten Punkte der Schalen:

$$H = \frac{B\,(\varepsilon+t)}{b} - \varepsilon \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (III$$

(wo B wieder die erwähnte disponible Breite der Schalldecke, also z. B. die Breite des zu Gebote stehenden Tisches rc., und b die der Schalen bezeichnet). Setzt man ferner

$$tg\ \varphi = \frac{b}{2} : (\varepsilon + t),$$

so hat man für die cylindrische Decke selber den Krümmungshalbmesser:

$$R = \frac{B}{2} : \sin. \varphi, \ldots\ldots\ldots (IV$$

wonach man leicht einen Lehrbogen für die Decke construiren kann, indem man auf einer mit diesem Halbmesser beschriebenen Kreisperipherie ohne Weiteres die Sehne = B abschneidet. (Der so erhaltene Bogen wird, nach Graden gemessen, = 2 φ sein). —

Doch wird man in dem Gesagten noch nicht alle erforderlichen Daten beisammen haben, weil ja bei der nunmehr als gegeben zu betrachtenden Höhe der Schalldecke auch deren Länge, resp. der Abstand der beiden Schalen von einander voraussichtlich nicht gleichgültig sein wird. Denkt man sich, um das in dieser Beziehung Erforderliche klar zu machen, einen durch die Mitte beider Schalen und die Decke gelegten senkrechten Durchschnitt, so ergibt sich auch selbst für die in dieser Verticalebene liegenden Schallstrahlen, die bei keiner der drei Reflexionen aus ihr heraustreten werden, recht deutlich, daß unmöglich alle aus der ersten Schale kommenden in der zweiten vereinigt werden können, weil sie ja offenbar die Decke unter den verschiedensten Incidenzwinkeln treffen und daher, bei cylindrischer Form derselben, nach der zweiten Reflexion im Allgemeinen ihre bisherige Divergenz fortsetzen werden, (ganz wie die von einem ebenen Spiegel, oder in dem Axenschnitte eines Cylinderspiegels reflectirten Lichtstrahlen). Doch könnten möglicher Weise gewisse Incidenzwinkel wenigstens vorherrschen und man daher bei deren Benützung zum Mindesten auch hier ein gewisses Maximum von Strahlen in die zweite Schale leiten.

Die Größe der fraglichen Incidenzwinkel wird aber zunächst abhängen von der Stelle, an welcher ein Schallstrahl die innere Fläche der ersten Schale getroffen, und von der möglicher Weise wiederholten Reflexion, die er in Folge Dessen vor seinem Austritte erlitten hat.



Stellt z. B. fg in Figur 6 den kaum erwähnten senkrechten Durchschnitt einer der Schalen, und das Ende f den Ausgangspunkt der ursprünglichen Schallwelle vor, so werden Schallstrahlen, wie fh, die zwischen g und dem Centrum c die Schale treffen, schon nach einmaliger Zurückwerfung (unter einem gewissen Winkel $= \psi$) an die Decke gelangen, während ein Strahl, wie fh', der links von c eintrifft, z. B. zweimal (bei h' und k) reflectirt wird, bevor er die Schale verläßt; — aber auch Letzteres wird nur so lange der Fall sein, als der ursprüngliche Strahl nicht den noch weiter links liegenden Punkt i überschreitet, welcher von f nur ein Drittel des ganzen Bogens fcg absteht: die zunächst links von i eintreffenden Strahlen werden nämlich vor ihrem völligen Austritt aus der Schale drei Reflexionen erleiden, u. s. w. — Ueberhaupt: Bezeichnet man die Größe des ganzen Bogens fcg, in Graden gemessen, mit a, und die Größe des Bogens fh, oder fh' 2c. (vom Ausgangs- bis zum Incidenzpunkte) mit α, so ist leicht einzusehen, daß ein Schallstrahl einmal, zweimal, dreimal 2c. in der Schale reflectirt werden wird, je nachdem α seiner Größe nach zwischen a und $\frac{a}{2}$, oder zwischen $\frac{a}{2}$ und $\frac{a}{3}$, oder zwischen $\frac{a}{3}$ und $\frac{a}{4}$ . . . . . ., daß er sonach, allgemein ausgedrückt, n Reflexionen erleiden wird, wenn der Werth von α zwischen $\frac{a}{n}$ und $\frac{a}{n+1}$ liegt.

Denkt man sich von den Punkten f, g, h, h', k 2c. aus (in Fig. 5) noch die Halbmesser nach dem Krümmungscentrum c' der Schale (diese immer als Kugelschale vorausgesetzt) gezogen, so ergibt eine etwas genauere Betrachtung der Figur leicht das weitere Gesetz: daß der Winkel ψ, den ein austretender Strahl mit der Horizontalen bildet für jeden

zwischen g und c eintreffenden, also nur einmal reflectirten Strahl, $= \frac{3\alpha - a}{2}$,

zwischen c und i eintreffenden, also zweimal reflectirten Strahl, $= \frac{5\alpha - a}{2}$,

zwischen i und l eintreffenden, also dreimal reflectirten Strahl, $= \frac{7\alpha - a}{2}$,

u. s. w., — daß somit überhaupt für jeden Schallstrahl, für welchen

der Bogen fh, fh', ... oder α zwischen $\frac{a}{n}$ und $\frac{a}{n+1}$ liegt, dieser Winkel

$$\psi = \frac{(2n+1)\alpha - a}{2},$$

oder endlich, wenn man der Vereinfachung wegen den constanten Bogen a als die Einheit betrachtet, nach welcher der veränderliche Bogen α gemessen wird, jener an der Decke entstehende Incidenzwinkel

$$\psi = \frac{(2n+1)\alpha - 1}{2} \quad \left(\text{für } \alpha \begin{Bmatrix} < \frac{1}{n} \\ > \frac{1}{n+1} \end{Bmatrix}\right) \ldots\ldots\ (V$$

sein wird. (Es werden daher, wenn man die von f ausgehenden Strahlen der Reihe nach, von g nach f hin, einzeln ins Auge faßt, diese zugehörigen Winkel ψ, unter welchen sie die Decke treffen, Anfangs kleiner und kleiner werden, bis man den Punkt c erreicht, von wo an innerhalb der Schale eine Reflexion mehr stattfindet, und der Winkel ψ plötzlich zu einem größeren Werthe zurückspringt, um sich bis zu dem Punkte i hin wiederum allmählich zu verkleinern, aber bei Ueberschreitung dieses Punktes abermals plötzlich zu größerem Werthe zurückzuspringen, u. s. w.)

Es zerfallen demnach die in dem besagten Axenschnitte aus der Schale reflectirten Strahlen gleichsam in einzelne Gruppen oder Abtheilungen, von welchen die erste (und größte) die zwischen g und c einfallenden, nur einmal zurückgeworfenen, die zweite die zwischen c und i eintreffenden und daher zweimal reflectirten, u. s. w., — überhaupt die n^te die nmal zurückgeworfenen umfaßt. Der Winkel ψ nimmt innerhalb einer jeden dieser Abtheilungen oder Gruppen stetig mit dem Bogen α (oder fh, fh' rc.) ab (ohne ihm gerade proportional zu sein). Es ist aber leicht einzusehen, daß die beiden Gränzen, zwischen welchen er so abnimmt, in jeder folgenden Abtheilung näher zusammenrücken, als in der vorigen, so zwar, daß das Maximum dieses Winkels gegen dasjenige der vorigen Gruppe ab-, und gleichzeitig das Minimum gegen das vorhergegangene zunimmt (wie man sich an der Figur leicht überzeugen wird); so daß demnach der ganze Spielraum aller folgenden Abtheilungen vollständig innerhalb desjenigen der ersten Abtheilung



liegt, — (während dieser Spielraum zuletzt in eine einzige Linie — die an g gelegte Tangente — zusammenschrumpft). Nun liegen aber für die erwähnte erste Gruppe die möglichen Werthe des Winkels ψ offenbar zwischen a und $\frac{a}{4}$, — also auch für alle folgenden Gruppen zwischen denselben Gränzen —, bis sie zuletzt in den von der an g gelegten Tangente gebildeten Winkel übergehen, d. h. $= \frac{a}{2}$ werden.

Man ersieht also schon hieraus, daß wenigstens nur gewisse Richtungen vorkommen, unter welchen die Decke von den aus der Schale reflectirten Schallstrahlen getroffen wird. Denkt man sich, um wo möglich eine Hauptrichtung, d. h. eine durchschnittliche, nach welcher die meisten Strahlen reflectirt würden, zu ermitteln, die stetig wachsenden (resp. abnehmenden) Werthe von α innerhalb der Gränzen $\frac{1}{n}$ und $\frac{1}{n+1}$ z. B. als die Abscissen, und die zugehörigen Werthe von ψ als die Ordinaten einer Curve, so würde deren Fläche, in ein gleichgroßes Parallelogramm von gleicher Basis verwandelt, durch dessen Höhe jenen mittleren Werth der Ordinaten, d. h. des Winkels ψ angeben. Nun ist aber jene Fläche (innerhalb einer Gruppe) offenbar ein Paralleltrapez, dessen parallele Seiten eben die dasselbe begränzenden Ordinaten, also die Werthe von ψ für $\alpha = \frac{1}{n}$ und $\alpha = \frac{1}{n+1}$ sind, und deren Abstand von einander die Abscissendifferenz $\frac{1}{n} - \frac{1}{n+1}$ bildet. Für $a = \frac{1}{n}$ liefert nun aber die oben mit V bezeichnete Formel den speciellen Werth für ψ:

$$\psi_n = \frac{n+1}{2n}$$

und für $\alpha = \frac{1}{n+1}$ den andern, entsprechenden Werth:

$$\psi_{n+1} = \frac{n}{2(n+1)},$$

weßhalb denn der Flächeninhalt jenes Paralleltrapezes, so wie des ihm gleichen Parallelogramms, oder

Entfernung nicht direct gehört werde), also z. B. für den Pendelschlag einer Uhr ꝛc. nachahmen lassen.

Untersucht man zum Zwecke einer solchen Nachahmung vorerst die mathematischen Bedingungen des Gelingens, d. h. Alles, was Form und Dimensionen, sowohl der Schalen, als der schallreflectirenden Decke betrifft, etwas näher, so ergibt sich zunächst, daß die Schallstrahlen nach ihrer ersten Zurückwerfung im Innern der einen Schale wo möglich alle, oder doch möglichst viele derselben an die Decke gelangen müssen, diese daher eine solche Breite und Höhe haben muß, daß sie den ganzen Strahlenkegel des austretenden Schalles schneidet. Sollen ferner von diesen zweifach reflectirten Schallstrahlen möglichst viele in die zweite Schale gelangen, so müssen offenbar, eine cylindrisch gewölbte Decke vorausgesetzt, die Incidenz- oder Reflexionsebenen (an Letzterer) Axenschnitte dieses Cylinders werden, d. h., die Axe des Letzteren muß mit der Verbindungslinie derjenigen beiden Punkte, von welchen die aus den Schalen reflectirte Welle auszugehen scheint (falls nämlich ein solcher Punkt existirt) zusammenfallen. Betrachtet man daher, was für die Ausführung das Bequemste sein dürfte, die obere Breite der Schalen (im Lichten), $= b$, deren Tiefe, $= t$, und die disponible Breite für die aufzustellende Schalldecke, $= B$, als gegeben, so hat man vorerst, die Schalen als sphärische Hohlspiegel angesehen, deren Krümmungshalbmesser:

$$r = \left[\left(\frac{b}{2}\right)^2 : 2t\right] + \frac{t}{2} \quad \ldots\ldots\ldots \text{(I}$$

und darnach ferner, wenn man, wie gewöhnlich, $\frac{r}{2} = p$ setzt, und den schallerregenden Körper, als Punkt betrachtet, um eine kleine Distanz $= d$ über dem Rande der Schalen annimmt, für die Lage jenes besagten Punktes, von welchem die Strahlen auszugehen scheinen, annäherungsweise den Abstand

$$\varepsilon = \frac{p\,(t + d)}{p - (t + d)} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \text{(II}$$

unterhalb der tiefsten Stelle des Bodens der Schalen. Daraus ergibt sich weiter für die Höhe H der beiden äußeren Ränder der Schalldecke über diesem tiefsten Punkte der Schalen:

$$H = \frac{B\,(\varepsilon + t)}{b} - \varepsilon \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \text{(III}$$

$$a < 90^\circ : 0{,}573$$

$$\text{oder } a < 157^3/_4{}^\circ \text{ etwa.}$$

Bei näherer Betrachtung aber ergibt sich für die zulässige Größe des Bogens a (oder fcg in Fig. 6) eine noch engere Begränzung. Da nämlich die zweite Schale, z. B. das Centrum derselben, doch mindestens um ihren eigenen Durchmesser, wo möglich aber noch bedeutend weiter von der ersten entfernt stehen muß, so kann man unbedenklich als Maximum für den zulässigen Winkel Ψ_∞ etwa 60° (statt 90) annehmen, woraus sich denn

$$a \overline{\overline{<}} 100^\circ \text{ etwa}$$

ergibt; — d. h. die Schalen müssen ziemlich flach sein: der ihren Durchschnitt bildende Bogen darf kaum über ¼ des größten Kreises der zugehörigen Kugel umfassen.

Kennt man nun aber diesen Bogen a (wie er sich denn aus der bekannten oder meßbaren Breite und Tiefe der anzuwendenden Schalen ergibt), *) so hat man damit den Winkel Ψ_∞ und zugleich, bei der einmal gegebenen Höhe des mittleren Durchschnittes der Decke, auch die zweckmäßigste Entfernung der Schalen von einander, resp. die zweckmäßigste Länge dieser Decke. Die kaum erwähnte Höhe des mittleren Theils der Decke aber (sie heiße H') ist offenbar um die Sagitte des von Letzterer gebildeten Bogens größer, als die oben (in Formel III) mit H bezeichnete Höhe der äußeren Ränder, so daß man hat

$$H' = H + R - \sqrt{\left(R + \frac{B}{2}\right)\left(R - \frac{B}{2}\right)} \ldots\ldots \text{(VII}$$

wo der Buchstabe R den früher schon vorgekommenen Krümmungsradius der Decke, und B, wie zuvor, die untere Breite derselben vorstellt.

Um nun daraus die anzuwendende Distanz (D) der beiden Schalen abzuleiten, darf man jedoch nicht, wie es auf den ersten Blick scheinen könnte, das die Decke unter dem Winkel Ψ_∞ treffende Strahlenbündel als einen vollständigen, von der ganzen Oberfläche der dasselbe liefernden Schale ausgehenden Cylinder betrachten: — denn ein Blick auf die Figur (6.) lehrt ja, daß von der ganzen vordern Hälfte

*) Da nämlich $\sin \frac{a}{2} = \frac{bt}{\left(\frac{b}{2}\right)^2 + t^2}$, oder auch $= \frac{b}{2r}$.

Stellt z. B. fg in Figur 6 den kaum erwähnten senkrechten Durchschnitt einer der Schalen, und das Ende f den Ausgangspunkt der ursprünglichen Schallwelle vor, so werden Schallstrahlen, wie fh, die zwischen g und dem Centrum c die Schale treffen, schon nach einmaliger Zurückwerfung (unter einem gewissen Winkel $= \psi$) an die Decke gelangen, während ein Strahl, wie fh', der links von c eintrifft, z. B. zweimal (bei h' und k) reflectirt wird, bevor er die Schale verläßt; — aber auch Letzteres wird nur so lange der Fall sein, als der ursprüngliche Strahl nicht den noch weiter links liegenden Punkt i überschreitet, welcher von f nur ein Drittel des ganzen Bogens fcg absteht: die zunächst links von i eintreffenden Strahlen werden nämlich vor ihrem völligen Austritt aus der Schale drei Reflexionen erleiden, u. s. w. — Ueberhaupt: Bezeichnet man die Größe des ganzen Bogens fcg, in Graden gemessen, mit a, und die Größe des Bogens fh, oder fh' ꝛc. (vom Ausgangs- bis zum Incidenzpunkte) mit α, so ist leicht einzusehen, daß ein Schallstrahl einmal, zweimal, dreimal ꝛc. in der Schale reflectirt werden wird, je nachdem α seiner Größe nach zwischen a und $\frac{a}{2}$, oder zwischen $\frac{a}{2}$ und $\frac{a}{3}$, oder zwischen $\frac{a}{3}$ und $\frac{a}{4}$ ......, daß er sonach, allgemein ausgedrückt, n Reflexionen erleiden wird, wenn der Werth von α zwischen $\frac{a}{n}$ und $\frac{a}{n+1}$ liegt.

Denkt man sich von den Punkten f, g, h, h', k ꝛc. aus (in Fig. 5) noch die Halbmesser nach dem Krümmungscentrum c' der Schale (diese immer als Kugelschale vorausgesetzt) gezogen, so ergibt eine etwas genauere Betrachtung der Figur leicht das weitere Gesetz: daß der Winkel ψ, den ein austretender Strahl mit der Horizontalen bildet für jeden

zwischen g und c eintreffenden, also nur einmal reflectirten Strahl, $= \frac{3\alpha - a}{2}$,

zwischen c und i eintreffenden, also zweimal reflectirten Strahl, $= \frac{5\alpha - a}{2}$,

zwischen i und l eintreffenden, also dreimal reflectirten Strahl, $= \frac{7\alpha - a}{2}$,

u. s. w., — daß somit überhaupt für jeden Schallstrahl, für welchen

a) **Für die Hohlspiegel, mit Anwendung einer 4′ breiten Schalldecke.**

Krümmungshalbmesser dieser Decke	. . . .	2′ 11 1/4″
Höhe ihrer äußeren Ränder } über dem tiefsten	. .	2′ 1 2/3″
„ „ Mitte . . . } Punkte der Spiegel	. .	2′ 11 1/10″
Hinreichende Länge der Schalldecke	. . . .	5′ —
Zwischenraum zwischen beiden Spiegeln	. . . . .	5′ 11 1/8″
Folgl. Abstand des Ohrs von der Schallquelle	. . c.	8′ 7″

b) **Für die erwähnten Uhrgläser (Schalldecke nur 3 Fuß breit).**

Krümmungshalbmesser der Decke	. . . .	2′ 2 1/3″
Höhe ihrer äußeren Ränder } über dem tiefsten	. .	1′ 4 1/3″
„ „ Mitte . . . } Punkte der Schalen	. .	1′ 11 1/3″
Hinreichende Länge der Decke	. . . .	2′ 8″
Abstand der Schalen von einander	. . . .	3′ 2 2/3″
„ des Ohrs von der Schallquelle	. . . . .	4′ 7 1/2″*).

Der erste Versuch ward möglichst genau nach diesen angegebenen Dimensionen ausgeführt, (die Spiegel einfach auf den Tisch gelegt, zwischen dieselben, um directe Schallstrahlen abzuhalten, einige 1 1/2′ hohe Kasten gestellt, die Schalldecke, bloß aus sehr starkem Papier bestehend, an die untere (innere) Seite dreier gebogenen Eisenstäbchen befestigt, welche durch 6 hölzerne Pfeiler von 26″ Höhe getragen wurden) — und entsprach dem erwarteten Ergebnisse vollkommen. Eine Taschenuhr, an den äußeren Rand des einen Spiegels gehalten, ward an der entsprechenden Stelle des andern so vernommen, als ob sie in dem Letzteren läge, während der Ton sofort verschwand, wenn man die Uhr nur etwas unter den besagten Rand der ersten Schale hielt. Dagegen verschwand er nicht, oder doch nur ganz allmählich, wenn man die Uhr in schräger Linie aufwärts von dem fraglichen Rande der Schale langsam entfernte, auch nicht ganz, wenn man sie, statt an den äußeren, an den inneren (der andern zugekehrten) Rand der Schale hielt. Das letztere, von dem Pariser Original völlig abweichende Ergebniß dürfte seinen Grund wohl ohne

---

*) Diese Angaben, wie die sämmtlichen im vorliegenden Aufsatze vorkommenden, beziehen sich auf Frankfurter Werkmaß, von welchem 1′ (= 12″) = 0,284 Met.

Zweifel darin haben, daß hier auch die direct von der Schallquelle aus die Decke treffenden Strahlen zu großem Theil ziemlich genau in die zweite Schale gelangen, welche Ansicht noch dadurch bekräftigt wird, daß der Ton auch dann nicht völlig verschwand, wenn ich die erste Schale ganz wegnahm*). Daß es sich bei den Pariser Schalen nicht ebenso verhält, mag daran liegen, daß dort die Krümmung der Decke nicht, wie hier, der Wellenrichtung angepaßt, sondern wahrscheinlich viel zu flach ist, und daher den nicht erst von der Schale reflectirten Theil der Welle mit zu großer Divergenz zurückwirft; wie denn überhaupt der ganzen dortigen Anordnung, das Streben nach Symmetrie abgerechnet, nichts Beabsichtigtes zu Grunde liegen mag. Wie gewichtig in der That die richtige Krümmung der Schalldecke bei bestimmter Höhe für das Gelingen des Versuchs sei, ergab sich weiter daraus, daß derselbe, als diese Decke um etwa 3′, dann um 2′, und zuletzt nur um 1′ höher gestellt (und die Entfernung der beiden Schalen von einander in entsprechender Weise vergrößert, — oder auch beibehalten) ward, nicht mehr gelang. Dagegen verdient bemerkt zu werden, daß unter Beibehaltung der richtigen Deckenhöhe der Ton auch dann noch vernehmbar bleibt, wenn man die Schalen um einen, ja 2 Fuß weiter auseinander rückt, — welcher Umstand den Beweis liefert, daß auch die Masse derjenigen Schallstrahlen, welche die Decke unter noch merklich kleinerem Winkel (als dem oben berechneten Ψ_∞) treffen, in der zweiten Schale verdichtet, noch hinreicht, einen Eindruck auf das Ohr zu machen, — und somit die oben schon angedeutete Genügsamkeit dieses Organs von Neuem bestätigt. Es versteht sich übrigens von selbst, daß wir uns bei allen diesen Versuchen vorher überzeugten, daß das Ticken der Uhr in der gegebenen Entfernung an sich (durch directe Schallverbreitung) nicht gehört ward.

Der zweite Versuch, mit den erwähnten Uhrgläsern, die weit weniger Schallstrahlen auffangen, wurde überdies unter viel ungünstigeren Umständen, nämlich mit derselben (also eigentlich zu schwach gekrümmten) Schalldecke angestellt, gelang aber dennoch, und zeigte dadurch, daß es, wenn man nicht gerade ein Maximum des

*) In ganz ähnlicher Weise liefert auch ein hohler Cylinderspiegel eine Art „Bild" von einer Lichtflamme z. B., wie man sich durch ein gebogenes Stückchen Blech ꝛc. leicht überzeugen kann.



beabsichtigten Erfolgs verlangt, auf die angegebenen Dimensionen nicht allzustrenge ankommt, — wie denn auch die an sich schon etwas mangelhafte Gestalt der Decke (die wegen nicht hinreichender Steifheit des Papiers an einigen Stellen sehr merkliche Wellen und Falten zeigte) dem Gelingen keinen erheblichen Eintrag that. Jedenfalls würde Letzteres noch befriedigender ausfallen, wenn man die Schalldecke von starker Pappe oder von Metallblech machte.

Mit den gewöhnlichen Waschbecken aber, welche zum Ueberflusse gleichfalls versucht wurden, gelang das Experiment (entsprechend der erwähnten vorläufigen Berechnung) gar nicht, oder doch nur äußerst unvollkommen, d. h. nur so weit, als auch die cylindrische Decke allein (ohne alle Schalen) schon eine Concentration des Schalls bewirkt. Eine etwas nähere Betrachtung zeigt vielmehr, daß, wollte man den Versuch durchaus mit solchen tiefen Becken machen (deren Querschnitt einen Bogen von fast 150° umfaßt), eine Krümmung der Decke ihrer Länge nach unumgänglich ist, — wodurch dann aber freilich das Experiment von dem Pariser Originale in einem wesentlichen Punkte abweicht. Es zeigt sich nämlich bald, daß dann, — wenn man überhaupt auf eine doppelt gekrümmte Decke verzichten will, — die zweckmäßigste Form die elliptische, d. h. die eines geraden Halbcylinders mit elliptischer Basis ist, so zwar, daß die Axe dieses Cylinders auf der Mitte der Verbindungslinie beider Schalen rechtwinklig steht, die große Axe der Ellipse aber mit dieser Verbindungslinie (der oberen Ränder) zusammenfällt, und die Schalen so aufgestellt werden, daß die Brennpunkte der Ellipse etwas näher an ihre äußeren, als an die inneren (einander zugekehrten) Ränder fallen. Läßt man für diesen Fall die Schalldecke (die hier recht wohl aus starkem Papier bestehen kann) auf senkrechten Pfählen ruhen, so können diese z. B.

in der Mitte zwischen beiden Schalen eine Höhe von . . . 3′ 4½″
1′ weit rechts und links von dieser Mitte „ „ . . . 3′ 3¾″
2′ „ „ „ „ „ „ „ „ „ . . . 3′ 1½″
3′ „ „ „ „ „ „ „ „ „ . . . 2′ 9,3 ″
4′ „ „ „ „ „ „ „ „ „ . . . 2′ 2,1 ″

über der Fläche haben, auf welcher die Schalen stehen, (wobei ½″ Abstand zwischen dieser Fläche und dem tiefsten Punkte im Inneren der Schalen vorausgesetzt und bereits mit berücksichtigt ist). Die Schalen selbst würden dann mit ihren einander zugewendeten Rändern etwa 3¼′ von der Mitte des Ganzen, also 6½′ von einander auf-

zustellen, und die Taschenuhr am äußeren Rande der einen etwas innerhalb der Schale (ziemlich 1½" unter diesen Rand in die Schale hinein) zu halten sein. — (Man könnte auf den Einfall kommen, die Uhr, sowie das Ohr des Hörers, lieber in das — viel höher liegende — Krümmungscentrum der Schalen zu bringen, und dieses zugleich zum Brennpunkte der elliptischen Decke zu machen, weil dann die reflectirten Strahlen wirklich von einem Punkte ausgingen, würde aber damit seinen Zweck dennoch nicht besser erreichen, weil nämlich dann der annähernde Parallelismus in der Breitenrichtung wieder verloren gehen und sonach eine Krümmung der Decke auch in der Breite nothwendig würde).

Es ergibt sich aus dem Gesagten schießlich, daß die Anwendung der erwähnten Uhrgläser noch die einfachste, genaueste und wohlfeilste Nachahmung des besprochenen Pariser Phänomens liefern wird, (während metallene Hohlspiegel, auch von mäßiger Größe, ihren mindestens 12fach höheren Preis gegen sich haben). Nur muß man, falls diese Gläser, wie bei manchen der Fall ist, einen etwas stärker gekrümmten, einwärts gebogenen Rand haben, diesen zuvor abschneiden. Uebrigens werden, wie ich nicht zweifle, auch bloße Gypsabgüsse eines Hohlspiegels, oder selbst einfache Modelle aus Pappe für den Versuch geeignet sein.

Ueber den wahren Grund der Schwierigkeit, mittelst Farbenspindeln etc. ein reines Weiss zusammenzusetzen.

Von Prof. Dr. J. J. Oppel.

Einen Hauptangriffspunkt der Newton'schen (und nachnewtonschen) Farbenlehre bildete bekanntlich für deren geistreichen Gegner Göthe die Theorie der Zusammensetzung des weißen Lichtes aus farbigen Strahlen. Da die Farben, nach Göthe's Ansicht, durchaus und wesentlich ein „Schattenhaftes", ein „σκιερὸν" sind, so kann durch ihre Zusammenmischung, z. B. mittelst der bekannten Farbenspindeln, nimmer ein reines Weiß, sondern höchstens nur, wie er sich nicht ohne einige Animosität ausdrückt, ein „niederträchtig Grau" entstehen. Und in der That werden Alle, welche sich mit derartigen Versuchen beschäftigt haben, wenn sie aufrichtig sein wollen, dem eifrigen Bekämpfer allgemein adoptirter optischer Theoreme zugestehen müssen, daß das durch Farbenscheiben ꝛc. aus einer noch so sorgfältigen Nachahmung des prismatischen Sonnenspectrums erhaltene „Weiß" stets viel zu wünschen übrig läßt, wie man sich selbst in den günstigsten Fällen, wo das Auge für sich von diesem künstlichen Weiß ziemlich befriedigt wird, durch Danebenhalten einer wirklich weißen Fläche (eines Papiers ꝛc.) leicht überzeugen kann, indem alsdann auch dies befriedigende Weiß noch immer graulich erscheint. Betrachtet man die Sache aber etwas näher, so ist das in Rede stehende Factum, — weit entfernt, einen erheblichen Einwurf in Göthe's Sinne zu bilden —, vielmehr auch nach der verbreiteten Ansicht so wohl erklärlich, daß es auch nach ihr, im Gegentheil, befremden müßte, wenn es sich anders zeigte. Es ist Dies gewiß auch von Andern längst erkannt, nur meines Wissens nirgends hervorgehoben worden.

Dieselbe Schwierigkeit, ein reines Weiß zu erhalten, zeigt sich bekanntlich auch, wenn man versucht, dasselbe nach der gleichen Methode (mittelst rascher Rotation) aus zwei complementären Farben zusammenzusetzen. Man findet durch Versuche leicht ein Grün und

a) Für die Hohlspiegel, mit Anwendung einer 4′ breiten Schalldecke.

Krümmungshalbmesser dieser Decke		2′ 11 1/4″
Höhe ihrer äußeren Ränder	über dem tiefsten	2′ 1 2/3″
„ „ Mitte	Punkte der Spiegel	2′ 11 1/10″
Hinreichende Länge der Schalldecke		5′ —
Zwischenraum zwischen beiden Spiegeln		5′ 11 1/8″
Folgl. Abstand des Ohrs von der Schallquelle		c. 8′ 7″

b) Für die erwähnten Uhrgläser (Schalldecke nur 3 Fuß breit).

Krümmungshalbmesser der Decke		2′ 2 1/3″
Höhe ihrer äußeren Ränder	über dem tiefsten	1′ 4 1/3″
„ „ Mitte	Punkte der Schalen	1′ 11 1/3″
Hinreichende Länge der Decke		2′ 8″
Abstand der Schalen von einander		3′ 2 2/3″
„ des Ohrs von der Schallquelle		4′ 7 1/2″*).

Der erste Versuch ward möglichst genau nach diesen angegebenen Dimensionen ausgeführt, (die Spiegel einfach auf den Tisch gelegt, zwischen dieselben, um directe Schallstrahlen abzuhalten, einige 1 1/2′ hohe Kasten gestellt, die Schalldecke, bloß aus sehr starkem Papier bestehend, an die untere (innere) Seite dreier gebogenen Eisenstäbchen befestigt, welche durch 6 hölzerne Pfeiler von 26″ Höhe getragen wurden) — und entsprach dem erwarteten Ergebnisse vollkommen. Eine Taschenuhr, an den äußeren Rand des einen Spiegels gehalten, ward an der entsprechenden Stelle des andern so vernommen, als ob sie in dem Letzteren läge, während der Ton sofort verschwand, wenn man die Uhr nur etwas unter den besagten Rand der ersten Schale hielt. Dagegen verschwand er nicht, oder doch nur ganz allmählich, wenn man die Uhr in schräger Linie aufwärts von dem fraglichen Rande der Schale langsam entfernte, auch nicht ganz, wenn man sie, statt an den äußeren, an den inneren (der andern zugekehrten) Rand der Schale hielt. Das letztere, von dem Pariser Original völlig abweichende Ergebniß dürfte seinen Grund wohl ohne

*) Diese Angaben, wie die sämmtlichen im vorliegenden Aufsatze vorkommenden, beziehen sich auf Frankfurter Werkmaß, von welchem 1′ (= 12″) = 0,284 Met.

setzung, daß man sowohl die Nuance, als auch die mittlere Intensität jeder einzelnen Farbe vollkommen genau getroffen hätte, (was aber schwerlich möglich ist), doch immer die dem Auge zugesendete Lichtmasse nur die *Summe der Producte* sein, welche die Lichtintensität jeder einzelnen Farbe mit dem von ihr eingenommenen *Theil* der ganzen Fläche liefert; d. h. diese Lichtmasse wird, wenn man einmal, der Einfachheit wegen, z. B. jeder Farbe gleichviel, also $\frac{1}{5}$ der Fläche eingeräumt annimmt, doch nur $= a \cdot \frac{F}{5} + b \cdot \frac{F}{5} + c \cdot \frac{F}{5} \ldots$ $= (a + b + c \ldots) \frac{F}{5} = \frac{sF}{5}$ sein, während sie bei der wirklich weißen Scheibe $= sF$ war. Wenn nun auch die Netzhaut des Auges bekanntlich, in Folge einer dem Beharrungsgesetze analogen Wirkung, einen Theil des empfangenen Eindrucks eine Zeit lang bewahrt, (wodurch denn eben mittelst der raschen Rotation die gleichmäßige Mischung der Farbeneindrücke im Auge zu Stande kommt), so kann doch dieser Umstand das gefundene Verhältniß der Lichtintensitäten nicht ändern, weil ja jene Nachwirkung ohne Zweifel auch bei dem wirklich weißen Lichte Statt hat: es kann vielmehr im günstigen Falle bei der rasch rotirenden Farbenscheibe nur dieselbe Wirkung erscheinen, als ob bei ihr jene 5 farbigen Sectoren, *über einander gelagert*, einen vollkommen *weißen* Sector bildeten, die *übrigen* $\frac{4}{5}$ *der Scheibe aber schwarz* wären. Und daß *dann* Grau entstehen würde, ist offenbar, wie man sich auch durch diesen (zur Vergleichung und überhaupt zur Erläuterung der Sache ganz geeigneten) Gegenversuch leicht überzeugen kann. *)

Denn die Lichtgattung (so zu sagen), die wir „Grau" nennen, ist ja, wenn wir die Natur zu Rathe ziehen, in der That *nie* etwas Anderes, als ein gemildertes Weiß, — wenn auch auf zwei verschie-

---

*) Es wird dies Ergebniß auch *dadurch* nicht wesentlich modificirt, daß die den einzelnen Farben angewiesenen Sectoren in der Regel *nicht* einander gleich, also bei 5 Farben z. B. nicht $= \frac{1}{5}$ sein werden. Denn räumt man auch *einzelnen*, besonders lichtstarken Farben, z. B. der gelben (namentlich, wo kein besonderes *Orange* neben ihr angewandt wird) vielleicht *mehr* als $\frac{1}{5}$ der Scheibe ein, so ist dafür gewöhnlich zugleich eine andere Farbe vorhanden, deren Lichtintensität weit hinter der mittleren *zurückbleibt* (wie z. B. das *Blau*), und die ebenfalls einen größeren Raum als $\frac{1}{5}$ einnimmt, so daß sich Beides jedenfalls *ungefähr* ausgleicht, — worauf es ja hier auch nur ankommt.

beabsichtigten Erfolgs verlangt, auf die angegebenen Dimensionen nicht allzustrenge ankommt, — wie denn auch die an sich schon etwas mangelhafte Gestalt der Decke (die wegen nicht hinreichender Steifheit des Papiers an einigen Stellen sehr merkliche Wellen und Falten zeigte) dem Gelingen keinen erheblichen Eintrag that. Jedenfalls würde Letzteres noch befriedigender ausfallen, wenn man die Schalldecke von starker Pappe oder von Metallblech machte.

Mit den gewöhnlichen Waschbecken aber, welche zum Ueberflusse gleichfalls versucht wurden, gelang das Experiment (entsprechend der erwähnten vorläufigen Berechnung) *gar nicht*, oder doch nur äußerst unvollkommen, d. h. nur so weit, als auch die cylindrische *Decke allein* (ohne alle Schalen) schon eine Concentration des Schalls bewirkt. Eine etwas nähere Betrachtung zeigt vielmehr, daß, wollte man den Versuch durchaus mit solchen tiefen Becken machen (deren Querschnitt einen Bogen von fast 150° umfaßt), eine Krümmung der Decke *ihrer Länge nach* unumgänglich ist, — wodurch dann aber freilich das Experiment von dem Pariser Originale in einem wesentlichen Punkte abweicht. Es zeigt sich nämlich bald, daß dann, — wenn man überhaupt auf eine *doppelt* gekrümmte Decke verzichten will, — die zweckmäßigste Form die elliptische, d. h. die eines geraden Halbcylinders mit elliptischer Basis ist, so zwar, daß die Axe dieses Cylinders auf der Mitte der Verbindungslinie beider Schalen rechtwinklig steht, die große Axe der Ellipse aber *mit* dieser Verbindungslinie (der oberen Ränder) zusammenfällt, und die Schalen so aufgestellt werden, daß die Brennpunkte der Ellipse etwas näher an ihre äußeren, als an die inneren (einander zugekehrten) Ränder fallen. Läßt man für diesen Fall die Schalldecke (die hier recht wohl aus starkem Papier bestehen kann) auf senkrechten Pfählen ruhen, so können diese z. B.

in der Mitte zwischen beiden Schalen eine Höhe von . . . 3′ 4½″
1′ weit rechts und links von dieser Mitte „ „ . . . 3′ 3¾″
2′ „ „ „ „ „ „ „ „ „ . . . 3′ 1½″
3′ „ „ „ „ „ „ „ „ „ . . . 2′ 9,3 ″
4′ „ „ „ „ „ „ „ „ „ . . . 2′ 2,1 ″

über der Fläche haben, auf welcher die Schalen stehen, (wobei ½″ Abstand zwischen dieser Fläche und dem tiefsten Punkte im Inneren der Schalen vorausgesetzt und bereits mit berücksichtigt ist). Die Schalen selbst würden dann mit ihren einander zugewendeten Rändern etwa 3¼′ von der Mitte des Ganzen, also 6½′ von einander auf-

1) wenn man die beiden Farben von ziemlich gleicher Helligkeit wählt, (so daß man nahezu $a = b = 1/2$ hat), für jeden beliebigen Werth von n,

2) aber auch, sobald man $n = 2$ macht, d. h. so auf den Spiegel herabsieht, daß das gebrochene und das reflectirte Bild gleiche Lichtverluste erleiden, für jedes beliebige Werthverhältniß von a und b

$= 1/2$ wird, während er, wenn keins von Beiden eintritt, sowohl größer, als auch kleiner ausfallen kann. Andererseits ist aber eben so leicht ersichtlich, daß dieser Ausdruck für L unter den hier nothwendigen Voraussetzungen $(a + b = 1, n > 1)$ für kein Verhältniß von a und $b = 1$ werden kann, vielmehr stets zwischen 1 und 0 liegen muß, oder, was Dasselbe sagt, daß auch das Helmholtz'sche Verfahren kein absolutes Weiß, d. h. kein Weiß von derjenigen Lichtintensität liefern kann, die eine unmittelbar angeschaute weiße Fläche dem Auge bietet. Dessen ungeachtet glaubt das Auge, bei richtiger Wahl der Farben und des Incidenzwinkels, wirklich Weiß zu erblicken, wie man sich durch den Versuch leicht überzeugt; — und Dies kommt ohne Zweifel daher, daß unser Sehorgan (oder vielmehr unser unbewußt urtheilender Verstand) beim Sehen durch das Glas jenen Lichtverlust von $\frac{1}{n}$ schon in Abzug bringt und nur ein so gedämpftes Weiß verlangt. Daß Dem in der That so sei, läßt sich auf folgendem einfachen Wege experimentell nachweisen.

Läßt man die Vorrichtung in der Fig. 7. abgebildeten Form anfertigen, wo mn ein oben geschwärztes, etwa zolldickes Brettchen, ab die darauf senkrecht eingelassene (c. 10″ hohe und 4″ breite) Tafel von farblosem dünnem Spiegelglase, und cd eine messingene Alhidade vorstellt, die sich auf dem von oben nach unten in seine 90 Grade getheilten Quadranten hi bewegt und oben ein unter rechtem Winkel gebogenes (horizontales) Plättchen de mit einer Spalte als Diopter trägt: so hat man in letzterer Einrichtung ein einfaches Mittel, den Incidenzwinkel der reflectirten, wie der gebrochenen Strahlen, die durch de in's Auge gelangen, zu messen. (Der Drehungspunkt der Alhidade nämlich, zugleich das Centrum des Quadranten, liegt in der oberen Fläche von mn, aber etwa 1/6″ hinter dem Glase ab). — Stellt man nun diese kleine Vorrichtung in der Nähe eines Fensters so auf, daß der Beobachter z. B. den Quadranten hi zur Linken und das Fenster zur

Ueber den wahren Grund der Schwierigkeit, mittelst Farbenspindeln etc. ein reines Weiss zusammenzusetzen.

Von Prof. Dr. J. J. Oppel.

Einen Hauptangriffspunkt der Newton'schen (und nachnewton-schen) Farbenlehre bildete bekanntlich für deren geistreichen Gegner Göthe die Theorie der Zusammensetzung des weißen Lichtes aus farbigen Strahlen. Da die Farben, nach Göthe's Ansicht, durchaus und wesentlich ein „Schattenhaftes", ein „σκιερὸν" sind, so kann durch ihre Zusammenmischung, z. B. mittelst der bekannten Farbenspindeln, nimmer ein reines Weiß, sondern höchstens nur, wie er sich nicht ohne einige Animosität ausdrückt, ein „niederträchtig Grau" entstehen. Und in der That werden Alle, welche sich mit derartigen Versuchen beschäftigt haben, wenn sie aufrichtig sein wollen, dem eifrigen Bekämpfer allgemein adoptirter optischer Theoreme zugestehen müssen, daß das durch Farbenscheiben rc. aus einer noch so sorgfältigen Nachahmung des prismatischen Sonnenspectrums erhaltene „Weiß" stets viel zu wünschen übrig läßt, wie man sich selbst in den günstigsten Fällen, wo das Auge für sich von diesem künstlichen Weiß ziemlich befriedigt wird, durch Danebenhalten einer wirklich weißen Fläche (eines Papiers rc.) leicht überzeugen kann, indem alsdann auch dies befriedigende Weiß noch immer graulich erscheint. Betrachtet man die Sache aber etwas näher, so ist das in Rede stehende Factum, — weit entfernt, einen erheblichen Einwurf in Göthe's Sinne zu bilden —, vielmehr auch nach der verbreiteten Ansicht so wohl erklärlich, daß es auch nach ihr, im Gegentheil, befremden müßte, wenn es sich anders zeigte. Es ist Dies gewiß auch von Andern längst erkannt, nur meines Wissens nirgends hervorgehoben worden.

Dieselbe Schwierigkeit, ein reines Weiß zu erhalten, zeigt sich bekanntlich auch, wenn man versucht, dasselbe nach der gleichen Methode (mittelst rascher Rotation) aus zwei complementären Farben zusammenzusetzen. Man findet durch Versuche leicht ein Grün und

Eine Reduction des weißen Lichtes aber auf $1/5$, $1/6$, oder $1/7$ seiner normalen Intensität, wie sie nach dem Obigen bei den Farbenspindeln Statt finden muß, steht zum Mindesten an der Gränze Dessen, was das Auge bei unveränderter Gesammtbeleuchtung, auch wo es kein wirkliches Weiß zur Vergleichung daneben hat, noch als weißes Licht gelten läßt.

Es versteht sich von selbst, daß Dessen ungeachtet noch viel bedeutendere Reductionen und Modificationen als Weiß erscheinen können, wo die Beleuchtung aller gesehenen Objecte und Farben in gleichem Verhältnisse gemindert ist, wie uns der Anblick beliebiger Gegenstände an recht trüben Wintertagen, in der Dämmerung, oder bei dürftiger, künstlicher Beleuchtung zur Genüge beweist. Unser Auge läßt dann, mit fast unbegränzter Nachsicht und Fügsamkeit, Farbennüancen für weiß gelten, die wir bei heller Tagesbeleuchtung, oder gar im directen Sonnenschein gelb, blaugrau, roth, braun, schiefergrau, schwarzbraun und selbst schwarz nennen würden. (Vgl. darüber z. B. Jahresbericht 1854—1855, Seite 47 ff.)

Kleinere physikalische Notizen vermischten Inhaltes.

Von Prof. Dr. J. J. Oppel.

(Die eigenthümliche Augenanstrengung beim stereoskopischen Sehen). Viele Personen empfinden, wie ich mich oft überzeugt habe, beim Einfachsehen doppelter Bilder mit oder ohne Stereoskop, namentlich bei längerer Fortsetzung oder öfterer Wiederholung des Versuchs, ein Gefühl von Ermüdung ganz eigenthümlicher Art, das bei manchen in eine an Schwindel, ja an Ekel oder Neigung zum Erbrechen streifende Erregtheit der Nerven übergeht. Es fragt sich: Woher kommt das? — „Weil das stereoskopische Sehen eben nicht die gewöhnliche, naturgemäße Art des Sehens ist", könnte man antworten. Sich aber mit dieser Phrase zu begnügen, wäre eine offenbare, nicht zu rechtfertigende Oberflächlichkeit. Man könnte Dasselbe auch vom Sehen in einen Spiegel ꝛc. sagen. Denn: Was ist beim stereoskopischen Sehen anders, als beim gewöhnlichen? Etwa, daß wir die Augenaxen mehr auswärts, oder mehr einwärts kehren müssen, als wenn wir dieselben Bilder auf gewöhnliche Art (als zwei neben einander liegende Objecte) betrachten? Freilich wohl! Allein es wird, bei sonst zweckmäßiger Lage und Größe der Bilder, namentlich und jedenfalls aber bei Zuhülfenahme der dioptrischen oder katoptrischen Mittel des Instrumentes, den Augen keine relative Stellung, d. h. den Augenaxen keine Lage zugemuthet, die nicht beim gewöhnlichen Sehen hundertmal ebenso vorkäme. Woher also dort die Nervenanstrengung, Ermüdung ꝛc., und hier nicht? —

Ich glaube kaum zu irren, wenn ich den Grund jener bei länger dauernden haploskopischen Versuchen (denn das eigentliche Stereoskop ist ja dazu nicht nöthig) ganz unverkennbaren unangenehmen Empfindung in dem Widerstreite zwischen der äußeren und inneren Accommodation der Augen suche. Bei dem gewöhnlichen Stereoskope z. B., so wie bei dem von mir beschriebenen „Haploskope" der ersten

Art, oder auch beim Einfachsehen doppelter Bilder ohne alles Instrument auf die erste Art, wird uns eine Convergenz der Augenaxen, die geringer ist, als die der wirklichen Entfernung der Bilder entsprechende, — und zu gleicher Zeit eine innere Accommodation des Auges (Stellung der Linse und Cornea gegen die Netzhaut 2c.) zugemuthet, die dieser wirklichen Entfernung entspricht. Beide Bewegungen können wir nun zwar (jede für sich) ohne alle bemerkbare Anstrengung machen, auf beide sind wir (nämlich auf jede einzeln) von Kindheit auf eingeübt, aber nicht auf die Ausführung beider zugleich. Wir sind im Gegentheil durch den alltäglichen, normalen Gebrauch der Muskeln unsers Sehapparates daran gewöhnt (und nur daran), daß eine geringere Convergenz der Augenaxen, oder richtiger: eine Minderung dieser Convergenz — mit einer inneren Accommodation für die Ferne, eine Vergrößerung der Convergenz mit einer Accommodation für die Nähe zusammenfällt oder gleichzeitig nöthig wird. Die kleinere Convergenz aber mit der inneren Accommodation für die Nähe, die stärkere mit der für die Ferne zusammentreffen zu lassen oder gleichzeitig auszuführen, wird uns aus Mangel an Uebung schwer und auf die Dauer ermüdend, ja, wie jede heftige Ermüdung, nervenaufregend. Der erste dieser beiden letztgenannten Fälle wird nun aber in der That bei den hier oben schon rubricirten Arten des Einfachsehens doppelter Bilder, — der zweite bei dem oben (Seite 22 ff.) beschriebenen „Haploskop der zweiten Art" unsern Augen zugemuthet, und diese ungewohnte Zusammenstellung von Bewegungen, die sonst nie gleichzeitig gemacht zu werden pflegen, erregt in uns das Gefühl eines unnatürlichen Zwanges.

Vielleicht wird, was ich meine, noch deutlicher durch ein Gleichniß. Meinen rechten Arm vorwärts, und zugleich den linken rückwärts zu neigen, wird mir eben so leicht, wie die umgekehrte Stellung beider Arme. Ganz ebenso finde ich keine größere Schwierigkeit beim Vorwärtsschieben des rechten Fußes gegen den linken, als bei dem des linken gegen den rechten: — Beides kömmt ja fortwährend vor. Soll ich aber beim Gehen z. B. das Vorwärtsbewegen des rechten Arms mit dem des rechten Fußes, und des linken Arms mit dem des linken Fußes zusammentreffen lassen, so kann ich das zwar auch, bin aber so wenig darauf eingeübt, daß ich bei längerer Fortsetzung des Versuches immer wieder unwillkürlich herauskomme und, um dies Herauskommen zu vermeiden, fort-

während eine besondere Kraftanstrengung machen muß, die mir wohl auf die Dauer höchst lästig und ermüdend werden kann.

(Das scheinbare Relief der seitlichen Bilder beim stereoskopischen Sehen.) Wie kömmt es, daß man beim Reliefsehen doppelter Bilder ohne Stereoskop, nach den Beobachtungen Vieler, auch die beiden seitlichen Bilder, bei denen doch alle stereoskopische Wirkung eigentlich wegfällt, als Reliefs zu sehen pflegt? — Offenbar zunächst eben daher, daß wir jedes derselben nur mit einem Auge sehen. Wenn man gewöhnlich sagt: „Wir sehen mit einem Auge überhaupt nur Flächen, und nie Körper: (dazu gehörten zwei Augen)“, so ist Dies, streng genommen, unrichtig, wenigstens nicht genau ausgedrückt. Es sollte heißen: „Wir haben, nur mit einem Auge sehend, kein Mittel, zu entscheiden, ob das Gesehene eine Fläche, oder körperlich erhaben ist, während wir (die nöthige Nähe vorausgesetzt), mit zwei Augen hinblickend, sofort diese Frage entscheiden“; d. h. wir sehen mit zwei Augen sowohl eine Fläche, als einen Körper, jene deutlich als Fläche, diesen als Körper. Es ist bekannt, wie sehr gute Gemälde an Effect und plastischer Deutlichkeit gewinnen, wenn wir sie durch die hohle Hand mit einem Auge betrachten, während das andere geschlossen ist. Es liegt Dies, wenn auch zum Theil, doch sicherlich nicht allein daran, daß uns die Hand das seitwärts einfallende, die ruhige Betrachtung störende Licht abhält, daß sie uns den die Fläche begränzenden und sie als Fläche charakterisirenden Rahmen des Bildes verdeckt, und daß sie die schädlichen Einflüsse beseitigt, welche dieser Rahmen, (namentlich, wenn er, wie leider meistens, ein goldner ist) oder der weiße Rand des Papiers auf alle in dem Bilde vorkommenden Lichter ausübt: — ein vierter, jedenfalls noch wichtigerer Vortheil dieser Weise des Betrachtens *) liegt vielmehr ohne Zweifel darin, daß uns durch das Schließen des andern Auges das stereoskopische Erkennen der Bildfläche als Fläche unmöglich gemacht, d. h., die Vorstellung des Reliefs (oder der „Tiefe“ des Gemäldes) — nicht bloß unmittelbar erleichtert, sondern, streng genommen, erst ermög-

*) Die man daher auch nicht, wie oft geschieht, durch Anwendung eines blechernen Doppelrohrs (für beide Augen) sollte „verbessern“ wollen!

licht wird. — Sehe ich daher drei Bilder neben einander, so zwar, daß ich das mittlere mit beiden Augen, jedes der zwei andern aber nur mit einem Auge betrachte, so befinden sich (während das mittlere wirklich als Relief gesehen wird) die beiden letzteren genau in dem Falle eines solchen durch die hohle Hand mit einem Auge besehenen Gemäldes, d. h. in einem für die Vorstellung des Reliefs vorzugsweise günstigen Falle, — und verbleiben auch darin, so lange ich beide Augen auf das mittlere Bild fixirt halte. Ja, der Effect bleibt, sobald die Vorstellung des Reliefs einmal vorhanden ist, begreiflicher Weise auch dann noch ungeändert, wenn ich eins der seitlichen Bilder — wirklich anblicke, d. h., wohl bemerkt, mit demjenigen Auge, für welches dasselbe als seitliches Bild allein sichtbar ist, also das links erscheinende mit dem rechten, oder das rechts erscheinende mit dem linken Auge —: denn auch dann noch ist ja die obige Bedingung erfüllt, welche es dem Sehorgane unmöglich macht, den bisherigen Betrug zu entdecken und die Fläche als Fläche zu erkennen. Sobald ich nun aber eins der seitlichen Bilder mit beiden Augen anblicke, d. h. die Augenaxen in die Lage bringe, die sie beim gewöhnlichen binocularen Betrachten der Bildfläche haben würden, verschwindet sofort das Relief in demselben Momente, wo die drei bisher gesehenen Bilder in zwei zusammenfließen: die Betrachtung von den zwei verschiedenen Gesichtspunkten aus läßt die Frage, ob erhaben, oder flach, keinen Augenblick länger unentschieden.

Die Entstehung der Vorstellung eines Reliefs wird in jenen ersteren Fällen auch dadurch noch begünstigt, daß ich drei sonst ganz gleiche Gebilde neben einander erblicke, von denen das mittlere, (welches ich allein anblicke) entschieden und zwingend als Relief erscheint, und die drei Bilder verhalten sich dem Sehorgane gegenüber ziemlich so, wie drei wirkliche Reliefs, von denen aber im Augenblicke nur das mittlere betrachtet wird; oder, noch genauer (auch für den zweiten der oben unterschiedenen drei Fälle) so, wie drei wirklich neben einander stehende Dinge von gleicher Größe, Gestalt und Farbe, z. B. drei Häuser &c., von denen zufällig, etwa durch ein paar vor unserm Kopfe herabhangende Zweige &c., das erste für das linke, das dritte für das rechte Auge momentan verdeckt wird; welche Verdeckung uns zwar auch hier die Entscheidung der Frage, ob diese beiden Gegenstände (der erste und dritte) nicht etwa bloß flache Bilder sein könnten, unmöglich macht, aber zumal

bei der sonstigen Gleichheit aller drei Objecte doch nicht die Vorstellung des Körperlichen beeinträchtigen wird.

(Einfacher Fundamentalversuch über Lichtpolarisation.) Die oben, Seite 61, beschriebene kleine Vorrichtung gibt zugleich Gelegenheit zur Anstellung eines recht einfachen und anschaulichen Versuches über die optische Grundthatsache der Polarisation durch Zurückstrahlung und Brechung. Stellt man nämlich die Glastafel in der oben (Seite 61 f.) beschriebenen Weise in der Nähe eines Fensters auf, legt dicht hinter dieselbe, parallel ihrem unteren Rande, ein schmales, durch einen 4 bis 5fachen Anstrich mit feinem Ultramarin ziemlich dunkel blau gefärbtes Papierstreifchen, und eben so weit vor dieselbe ein ähnliches, durch einen 2 bis 3fachen Anstrich mit Mennige orangeroth gefärbtes Streifchen, so daß sich die beiden hinter dem Glase gesehenen Bilder decken, stellt dann die Alhidade so, daß der vom oberen Ende des Quadranten aus gemessene Incidenzwinkel etwa $18\frac{1}{2}^0$ beträgt, so erscheint das hintere Streifchen, durch die Spalte cd (Fig. 7) besehen, in einem zarten Lilaweißlich, der Mischfarbe aus dem angewandten Blau und Orange. Hält man jetzt über die Spalte cd ein gewöhnliches Nicol'sches Prisma und blickt durch dieses wieder hinein, so wird das Streifchen bald blau, bald hellroth erscheinen, je nachdem die Polarisationsebene des Nicol mit der der gebrochenen, oder, um einen Winkel von 90^0 umgedreht, mit der der reflectirten Strahlen zusammenfällt, und wird sonach recht augenfällig zeigen, daß die der letzteren auf der der ersteren perpendiculär steht.

Es bedarf offenbar zu diesem Versuche nicht gerade complementärer Farben, ja man wird kaum ein Paar genau complementäre finden, die sich dazu eignen, weil bei demselben aus einem nahe liegenden Grunde die Farbe des hinteren Streifchens immer viel dunkler (lichtschwächer), als die des vorderen sein muß. Wollte man nämlich umgekehrt verfahren, oder auch nur ziemlich gleich helle Farben wählen, so müßte man (wie auch die Versuche genau bestätigen) den Incidenzwinkel so klein machen, daß er zu weit hinter dem der vollständigen Polarisation durch Glas zurückbliebe, diese also zu unmerklich ausfiele. Der genannte Winkel ($18\frac{1}{2}^0$) bleibt zwar auch noch ziemlich weit hinter dieser Gränze zurück, genügt aber, wie der Versuch zeigt, vollkommen, um beide Farben in hinreichendem

Contraste zu zeigen. Beinahe gleichgut gelingt das Experiment, wenn man den hinteren Streifen mit Saftgrün (ziemlich dunkel), den vorderen mit Carmin (minder gesättigt) anstreicht, und die Alhidade dabei auf 21½° stellt, während sich andere Combinationen (deren ich eine große Anzahl durchprobirt habe) aus den angedeuteten Gründen minder eignen.

Auch das Verhältniß der Quantität des durchgelassenen zu der des reflectirten Lichtes, in sofern es vom Incidenzwinkel abhängt, läßt sich mittelst der erwähnten Alhidade sehr bequem zeigen. Stellt man sie auf einen möglichst kleinen Incidenzwinkel (1—2°) ein, so zeigt das Doppelbild fast die reine Farbe des vorderen Streifens; vergrößert man den Winkel allmählich, so geht diese ganz unmerklich, von Grad zu Grade, durch eine (in der Regel schon bei 10°, 15°, 20° rc. eintretende) neutrale Färbung hindurch in die des hinteren Streifens über, welche sie meist bei 40 oder 45° bereits bis zur völligen Ununterscheidbarkeit erreicht hat.

(Eine optische Täuschung durch reflectirtes farbiges Licht; das Schillern im Großen). Man findet hier und da in der Nähe unserer Stadt (z. B. an einem Garten bei der Pfingstweide rc.) Verzäunungen, die nach Art der Fig. 9. construirt sind, so nämlich, daß die senkrecht stehenden Pfähle des Zauns mit darauf genagelten schrägen Spangen oder Brettern bedeckt sind, die in den verschiedenen Abtheilungen der Verzäunung die in der Figur angedeutete abwechselnde Lage haben. Die schrägen Spangen sind dabei sämmtlich Cylindersegmente von einem etwa wie Fig. 10. gestalteten Querschnitte, und mit der flachen Seite aufgenagelt, so daß sie die Convexität nach außen kehren. Nähert man sich einem solchen Zaune von seinem einen Ende her (z. B. von m in Fig. 9.) so, daß man unter spitzem Winkel auf seine äußere Fläche blickt, so erscheint das Holz der verschiedenen Abtheilungen in zwei sehr verschiedenen Farben: die erste, dritte, fünfte Abtheilung (a, c, e, ... Fig. 9.) zeigt eine blaß bläulichgraue Färbung, wie sie trockenes Holzwerk anzunehmen pflegt, welches Jahre lang der Luft und Sonne ausgesetzt gewesen; die zweite, vierte Abtheilung rc. (also b, d, ...) erscheinen gelblichbraun, wie dunkles, frisches Holz. Ist man nun aber an dem Zaune, oder einem Theil desselben vorübergegangen, und blickt (etwa von n her) wieder unter spitzem Winkel auf denselben zurück,

Art, oder auch beim Einfachsehen doppelter Bilder ohne alles Instrument auf die erste Art, wird uns eine Convergenz der Augenaxen, die *geringer* ist, als die der wirklichen Entfernung der Bilder entsprechende, — und zu gleicher Zeit eine *innere* Accommodation des Auges (Stellung der Linse und Cornea gegen die Netzhaut ꝛc.) zugemuthet, die dieser wirklichen Entfernung *entspricht*. Beide Bewegungen *können* wir nun zwar (jede für sich) ohne alle bemerkbare Anstrengung machen, auf beide sind wir (nämlich auf jede *einzeln*) von Kindheit auf eingeübt, aber nicht auf die Ausführung *beider zugleich*. Wir sind im Gegentheil durch den alltäglichen, normalen Gebrauch der Muskeln unsers Sehapparates daran gewöhnt (und *nur daran*), daß eine *geringere* Convergenz der Augenaxen, oder richtiger: eine *Minderung* dieser Convergenz — mit einer inneren Accommodation *für die Ferne*, eine *Vergrößerung* der Convergenz mit einer Accommodation *für die Nähe* zusammenfällt oder gleichzeitig nöthig wird. Die *kleinere* Convergenz aber mit der inneren Accommodation für die *Nähe*, die stärkere mit der für die *Ferne* zusammentreffen zu lassen oder gleichzeitig auszuführen, wird uns aus Mangel an Uebung schwer und auf die Dauer ermüdend, ja, wie jede heftige Ermüdung, nervenaufregend. Der *erste* dieser beiden letztgenannten Fälle wird nun aber in der That bei den hier oben schon rubricirten Arten des Einfachsehens doppelter Bilder, — der *zweite* bei dem oben (Seite 22 ff.) beschriebenen „Haploskop der zweiten Art“ unsern Augen zugemuthet, und diese ungewohnte Zusammenstellung von Bewegungen, die sonst nie gleichzeitig gemacht zu werden pflegen, erregt in uns das Gefühl eines unnatürlichen Zwanges.

Vielleicht wird, was ich meine, noch deutlicher durch ein Gleichniß. Meinen rechten Arm vorwärts, und zugleich den linken rückwärts zu neigen, wird mir eben so leicht, wie die umgekehrte Stellung beider Arme. Ganz ebenso finde ich keine größere Schwierigkeit beim Vorwärtsschieben des rechten Fußes gegen den linken, als bei dem des linken gegen den rechten: — Beides kömmt ja fortwährend vor. Soll ich aber beim *Gehen* z. B. das Vorwärtsbewegen des rechten Arms mit dem des rechten Fußes, und des linken Arms mit dem des linken Fußes *zusammentreffen* lassen, so *kann* ich das zwar auch, bin aber so wenig darauf eingeübt, daß ich bei längerer Fortsetzung des Versuches immer wieder unwillkürlich herauskomme und, um dies Herauskommen zu vermeiden, *fort*-

Winkel auf die gestreifte Fläche sendet, und dann die Letztere, von den kurzen Seiten (von m oder n) aus, gleichfalls unter sehr spitzem Winkel betrachtet. Ja, es bedarf bei einem solchen Streifen aus weißem Gypse ꝛc. nicht einmal der künstlichen, farbigen Beleuchtung: hält man ihn so, daß sein eines Ende einem nicht zu fernen Fenster zugekehrt ist, so zeigt sich bald das erste, dritte und fünfte, bald das zweite und vierte Quadrat heller und bläulicher, je nachdem man von der Fensterseite her, oder von der entgegengesetzten unter möglichst spitzem Winkel auf den Streifen blickt.

(Der Goldkäferglanz und seine stereoskopische Nachahmung). Sieht man auf einen Goldkäfer, z. B. auf unsere gemeine Cetonia aurata, am Besten mit einem Auge, so herab, daß die Gesichtslinie den Rücken der goldgrün schillernden Flügeldecken, oder auch irgend einen Theil des gleichgefärbten Brustschildes ziemlich rechtwinklig trifft, so ist fast alles Grün verschwunden, und die vorzugsweise lichtreflectirenden Stellen erscheinen glänzend kupferbraun. Bewegt man jetzt das Auge von derjenigen Seite, von welcher die Beleuchtung kommt, im Bogen wegwärts, (also z. B., wenn der Käfer in der Nähe eines Fensters steht, einwärts nach der Mitte des Zimmers zu), so geht die Kupferfarbe in dem Maße, wie der Winkel der Gesichtslinie gegen die gesehene Fläche spitzer und spitzer wird, allmählich durch Braungelb, Gelbgrün und reines Grün in ein tiefes, aber noch immer sehr leuchtendes Bläulichgrün über, welche Nuance es bereits bei einer Neigung der Gesichtslinie von etwa 30° erreicht hat. Es macht dabei, wie ich mich ausdrücklich überzeugt habe, keinen Unterschied, ob die Neigungsebene der Sehelinie (also zugleich die Reflexionsebene der beleuchtenden Strahlen) mit der Längendimension der Flügeldecken zusammenfällt, oder mit ihr einen rechten, oder irgend welchen andern Winkel bildet, d. h., ob man von vorn oder hinten, oder von der Seite her auf den Käfer herabblickt, so daß demnach wenigstens hier die gewöhnliche (oben S. 70 berührte) mechanische Erklärung des Schillerns der Farben sicherlich nicht stichhaltig sein kann. Ebenso macht an all' dem Gesagten der Winkel, unter welchem das beleuchtende Licht des Fensters den Käfer trifft, keinen Unterschied, (ob man denselben z. B. ganz nahe ans Fenster, oder weit herein ins Zimmer, ob man ihn wagrecht, oder schräg hält ꝛc.): es entscheidet über die Farbennuance stets nur der

Neigungswinkel der Sehelinie gegen den betreffenden Theil der Fläche. Ganz ähnlich verhält es sich auch mit den andern brillanten Käfern der Art, mit Cetonia speciosissima, Chrysomela graminis, cerealis, fastosa ꝛc.: bei allen herrscht, unter spitzem Winkel gesehen, das Grün oder Blaugrün, unter rechtem oder fast rechtem Winkel an denselben Stellen das Goldgelb, Kupferroth ꝛc. vor.

Ein Nicol'sches Prisma, durch welches man auf den Käfer herabsieht, macht bei rechtwinkliger Incidenz der Gesichtslinie, wie zu erwarten, gar keinen Unterschied, bei schiefer herrscht das oben beschriebene intensive Grün, oder aber das matte Bläulichweiß des beleuchtenden Himmelslichtes vor, je nachdem die Reflexionsebene der Strahlen mit der Polarisationsebene des Nicol zusammenfällt, oder auf ihr perpendiculär steht. Auch hierbei macht die Lage der Reflexionsebene gegen die Dimensionen der Flügeldecke ꝛc. keinen Unterschied. Man ersieht hieraus, daß — nicht etwa die zwei verschiedenen Hauptnuancen der Färbung unter verschiedenem Winkel polarisirt sind —, sondern die Käfer sich in letzterer Beziehung genau wie gefirnißte Flächen verhalten; daß man daher diesen eigenthümlichen „Goldkäferglanz", ohne sich auf seine optische Entstehung einzulassen (über welche hoffentlich die so fleißig betriebenen, neueren mikroskopischen Untersuchungen bald Licht verbreiten werden), kurz so charakterisiren kann, daß er in einem gewöhnlichen „Glänzen" (im engeren Sinne dieses Wortes) und einem „Schillern" zugleich bestehe, — welches Letztere sich aber freilich von dem Schillern der seidenen Gewebe oder etwa auch der Schmetterlingsschuppen durch den beregten Umstand wesentlich unterscheidet, (daß es nämlich unabhängig von der Lage der Reflexionsebene gegen die Dimensionen der Fläche ist).

Der Umstand nun, daß, beim binocularen Betrachten eines solchen Käfers in der Nähe, recht wohl die Gesichtslinie des einen Auges beinahe rechtwinklig, und zu gleicher Zeit die des andern mehr oder minder schief auf eine und dieselbe Stelle der gesehenen Fläche treffen, diese daher den beiden Augen in ziemlich verschiedener Färbung erscheinen kann, — wodurch das erwähnte charakteristische Schillern überhaupt (ohne Mitwirkung von Bewegung) allein erst wahrnehmbar wird, — macht dasselbe zugleich zu einem Gegenstande des stereoskopischen Sehens im weiteren Sinne. Und es gelingt in der That, wie ich mich durch den Versuch (mit Cetonia



bei der sonstigen Gleichheit aller drei Objecte doch nicht die Vorstellung des Körperlichen beeinträchtigen wird.

(Einfacher Fundamentalversuch über Lichtpolarisation.) Die oben, Seite 61, beschriebene kleine Vorrichtung gibt zugleich Gelegenheit zur Anstellung eines recht einfachen und anschaulichen Versuches über die optische Grundthatsache der Polarisation durch Zurückstrahlung und Brechung. Stellt man nämlich die Glastafel in der oben (Seite 61 f.) beschriebenen Weise in der Nähe eines Fensters auf, legt dicht hinter dieselbe, parallel ihrem unteren Rande, ein schmales, durch einen 4 bis 5fachen Anstrich mit feinem Ultramarin ziemlich dunkel blau gefärbtes Papierstreifchen, und eben so weit vor dieselbe ein ähnliches, durch einen 2 bis 3fachen Anstrich mit Mennige orangeroth gefärbtes Streifchen, so daß sich die beiden hinter dem Glase gesehenen Bilder decken, stellt dann die Alhidade so, daß der vom oberen Ende des Quadranten aus gemessene Incidenzwinkel etwa $18\frac{1}{2}^{\circ}$ beträgt, so erscheint das hintere Streifchen, durch die Spalte ed (Fig. 7) besehen, in einem zarten Lilaweißlich, der Mischfarbe aus dem angewandten Blau und Orange. Hält man jetzt über die Spalte ed ein gewöhnliches Nicol'sches Prisma und blickt durch dieses wieder hinein, so wird das Streifchen bald blau, bald hellroth erscheinen, je nachdem die Polarisationsebene des Nicol mit der der gebrochenen, oder, um einen Winkel von 90° umgedreht, mit der der reflectirten Strahlen zusammenfällt, und wird sonach recht augenfällig zeigen, daß die der letzteren auf der der ersteren perpendiculär steht.

Es bedarf offenbar zu diesem Versuche nicht gerade complementärer Farben, ja man wird kaum ein Paar genau complementäre finden, die sich dazu eignen, weil bei demselben aus einem nahe liegenden Grunde die Farbe des hinteren Streifchens immer viel dunkler (lichtschwächer), als die des vorderen sein muß. Wollte man nämlich umgekehrt verfahren, oder auch nur ziemlich gleich helle Farben wählen, so müßte man (wie auch die Versuche genau bestätigen) den Incidenzwinkel so klein machen, daß er zu weit hinter dem der vollständigen Polarisation durch Glas zurückbliebe, diese also zu unmerklich ausfiele. Der genannte Winkel ($18\frac{1}{2}^{\circ}$) bleibt zwar auch noch ziemlich weit hinter dieser Gränze zurück, genügt aber, wie der Versuch zeigt, vollkommen, um beide Farben in hinreichendem

Contraste zu zeigen. Beinahe gleichgut gelingt das Experiment, wenn man den hinteren Streifen mit Saftgrün (ziemlich dunkel), den vorderen mit Carmin (minder gesättigt) anstreicht, und die Alhidade dabei auf 21½° stellt, während sich andere Combinationen (deren ich eine große Anzahl durchprobirt habe) aus den angedeuteten Gründen minder eignen.

Auch das Verhältniß der Quantität des durchgelassenen zu der des reflectirten Lichtes, in sofern es vom Incidenzwinkel abhängt, läßt sich mittelst der erwähnten Alhidade sehr bequem zeigen. Stellt man sie auf einen möglichst kleinen Incidenzwinkel (1—2°) ein, so zeigt das Doppelbild fast die reine Farbe des vorderen Streifens; vergrößert man den Winkel allmählich, so geht diese ganz unmerklich, von Grad zu Grade, durch eine (in der Regel schon bei 10°, 15°, 20° &c. eintretende) neutrale Färbung hindurch in die des hinteren Streifens über, welche sie meist bei 40 oder 45° bereits bis zur völligen Ununterscheidbarkeit erreicht hat.

(Eine optische Täuschung durch reflectirtes farbiges Licht; das Schillern im Großen). Man findet hier und da in der Nähe unserer Stadt (z. B. an einem Garten bei der Pfingstweide &c.) Verzäunungen, die nach Art der Fig. 9. construirt sind, so nämlich, daß die senkrecht stehenden Pfähle des Zauns mit darauf genagelten schrägen Spangen oder Brettern bedeckt sind, die in den verschiedenen Abtheilungen der Verzäunung die in der Figur angedeutete abwechselnde Lage haben. Die schrägen Spangen sind dabei sämmtlich Cylindersegmente von einem etwa wie Fig. 10. gestalteten Querschnitte, und mit der flachen Seite aufgenagelt, so daß sie die Convexität nach außen kehren. Nähert man sich einem solchen Zaune von seinem einen Ende her (z. B. von m in Fig. 9.) so, daß man unter spitzem Winkel auf seine äußere Fläche blickt, so erscheint das Holz der verschiedenen Abtheilungen in zwei sehr verschiedenen Farben: die erste, dritte, fünfte Abtheilung (a, c, e, ... Fig. 9.) zeigt eine blaß bläulichgraue Färbung, wie sie trockenes Holzwerk anzunehmen pflegt, welches Jahre lang der Luft und Sonne ausgesetzt gewesen; die zweite, vierte Abtheilung &c. (also b, d, ...) erscheinen gelblichbraun, wie dunkles, frisches Holz. Ist man nun aber an dem Zaune, oder einem Theil desselben vorübergegangen, und blickt (etwa von n her) wieder unter spitzem Winkel auf denselben zurück,

erwarten. Als ich an einem Decembermorgen des Jahres 1858, einen Schuh in der einen Hand haltend (im Begriffe, ihn anzuziehen), zufällig und nicht eben laut eine Melodie vor mich hinsang, in welcher eine fast vollständige Tonleiter vorkam, spürte ich bei einem einzigen bestimmten Tone (es war nach meiner Schätzung das kleine fis) die deutlichen Vibrationen des Schuhes in meiner Hand; schon beim f oder g, noch so laut gesungen, vibrirte der Schuh nicht mit. Ein anderer zeigte die Vibrationen beim kleinen g, wieder ein anderer (sehr stark) beim zweigestrichenen c. Als ich am folgenden Abende einen dicken, mit Wolle gefütterten Filzschuh zur Hand nahm, hatte ich, obwohl mit sehr wenig Hoffnung auf Erfolg, den Einfall, auch mit diesem den Versuch zu wiederholen: — und auch er vibrirte bei einem bestimmten Tone deutlich mit, während Dies später, nachdem er mit Leder besohlt worden, nicht mehr gelingen wollte. Es scheint also den Wirkungen der Resonanz im Allgemeinen ein viel weiteres Gebiet anzugehören, als man wohl meist glaubt.

Chemische Notizen,

mitgetheilt von Dr. **Julius Löwe.**

I. Ueber die Eigenschaften und Zusammensetzung des oxalsauren Kupferoxydes.

Versetzt man eine wässerige Lösung von Kupfervitriol mit einem schwachen Ueberschusse von Oxalsäure, so entsteht dadurch bekanntlich ein blaßblauer Niederschlag, welcher eine Verbindung von Oxalsäure, Kupferoxyd und Wasser ist. Seine procentische Zusammensetzung ist bis jetzt, so viel mir bekannt, noch nicht ermittelt, und selbst über seine Eigenschaften herrschen wiedersprechende Angaben. Es ist vor Allem nothwendig, daß man sich natürlich zur Darstellung des Salzes aus Kupfervitriol, welches unstreitig die bequemste Methode ist, eines eisenfreien schwefelsauren Kupferoxydes bedient. Allein der Kupfervitriol des Handels ist meist so stark eisenhaltig, daß man selbst nach öfterer Umkrystallisation seinen Zweck zur Reinigung nur unvollständig erreicht. Ich bediente mich daher der kürzlich von Wurtz empfohlenen Reinigungsmethode, nach welcher das Eisenoxydul durch Kochen mittelst reinem Bleihyperoxyd erst in Oxyd und darauf aus dem Filtrate durch Kochen mit kohlensaurem Baryt in Form von Eisenoxyd abgeschieden wird. Nach darauf folgender Krystallisation und Abtrocknen der Krystalle von der anhängenden Mutterlauge zwischen Fließpapier, wurde ein völlig eisenfreies Salz erhalten. Etwa 60 — 70 Gran dieser so gereinigten Verbindung wurde in destillirtem Wasser gelöst und darauf mit einer mäßig concentrirten wässrigen Lösung von reiner Oxalsäure in schwachem Ueberschusse versetzt. Es bildete sich bei der Vermischung augenblicklich ein höchst feiner, blaß grünlichblauer Niederschlag, welcher sich zum größten Theile schnell am Boden des Gefäßes ablagerte, in welchem die Fällung ausgeführt wurde, zum kleineren Theile hingegen noch längere Zeit

in der darüber stehenden Flüssigkeit suspendirt blieb. Erst als sich die Flüssigkeit nach fast 12stündigem Stehen geklärt hatte, wurde zur Filtration geschritten. Allein letztere gelang nur höchst unvollständig, denn der Niederschlag ist von so feiner Zertheilung, daß er die Pores der Filter durchdrang und trüb ablief. In dieser Eigenschaft übertrifft derselbe fast noch den frisch gefällten schwefelsauren Baryt. Selbst ein schwaches Erwärmen der Flüssigkeit, in welcher er noch suspendirt, oder eine Fällung in höheren Temperaturen fast bis zur Siedhitze gesteigert, zeigte sich von wenig Erfolg, denn sobald die saure Flüssigkeit abgelaufen war und ein Abwaschen des Niederschlages mit destillirtem Wasser beginnen sollte, wurden stets trübe Filtrate erhalten. Nachdem sich alle Sorten des mir zu Gebote stehenden Filtrirpapiers als undicht erwiesen hatten, schritt ich zur Anwendung eines doppelten Filters, wodurch mein Zweck vollständig erreicht wurde. Das klar abgelaufene farblose saure Filtrat gab nach vielen ausgeführten wiederholten Reactionen keine Spur von Kupferoxyd zu erkennen. Selbst nach der Concentration der sauren Flüssigkeit im Wasserbecken konnte weder durch Schwefelwasserstoff, Ferrocyankalium Aetzammoniak u. dgl. eine Reactionserscheinung auf Kupferoxyd wahrgenommen werden. Wenn somit Thomson angibt, daß aus einer wässrigen Kupfervitriollösung mittelst Oxalsäure nur die Hälfte des Kupferoxydes als oxalsaures Salz gefällt wird, so ist diese seine Angabe falsch und bedarf somit einer Berichtigung. Sobald A. Vogel, welcher übrigens die Behauptung Thomsons schon außer Kraft setzte, beim Abdampfen der vom Niederschlage abgegossenen Flüssigkeit zum Syrup geringe Mengen sich absetzenden Salzes wahrnahm, so rührte dieß natürlich nur daher, daß geringe Mengen des höchst feinen Präcipitates mechanisch in das Filtrat übergeführt wurden. Es ist sogar nothwendig, daß man die ausgefällte Flüssigkeit einige Zeit in der Ruhe stehen läßt, indem eine völlige Abscheidung des Salzes erst nach Ablauf einiger Zeit erfolgt, so, daß bei unmittelbarer Filtration sich aus dem Filtrate stets geringe Mengen des Niederschlages absetzten und hierdurch dasselbe schwach trübten, eine Eigenschaft, welche bekanntlich vielen anderen Salzen, wie z. B. dem phosphorsauren Bittererde-Ammon u. s. w. in gleichem Grade zukommt. Das zwischen Fließpapier mit Hülfe der Presse scharf getrocknete Salz stellt ein hellgrünblaues höchst zartes Pulver dar, welches beim schwachen Glühen in Kohlensäure, Wasser und metalli-

sches Kupfer zerfällt. Von einem Ueberschusse von Oxalsäure wird es nicht aufgenommen und zeigt sich selbst in verdünnter kalter Salz- und Salpetersäure vollständig unlöslich. Von kaustischem Ammoniak wird es unter lasurblauer Färbung der ammoniakalischen Flüssigkeit leicht aufgenommen, welche Lösung nach einiger Zeit harte, lichtblaue Säulen absetzt. Selbst bei 120° C. getrocknet, läßt es sich nicht vollständig wasserfrei erhalten, sondern liefert beim Glühen immer noch Spuren von Feuchtigkeit. Allein von constanter Zusammensetzung gewinnt man es, wenn man nach eben angegebener Art dasselbe scharf zwischen Fließpapier auspreßt und zwar so lange, als letzteres noch eine Spur von Feuchtigkeit zu erkennen gibt. Da dies Salz unter dieser Operation sich zu festeren Stücken zusammenballt, so ist es nothwendig, daß man es öfters im Mörser zerreibt und darauf von Neuem zwischen Fließpapier unter der Presse behandelt. Ein so dargestelltes Salz diente als Ausgangspunkt zur quantitativen Analyse. Zur Bestimmung des Kupfergehaltes wurden die nachstehenden Gewichtsmengen in einer Kugelröhre unter einem Strome reinen trockenen Wasserstoffgases durch Glühhitze zersetzt und das so erhaltene reine metallische Kupfer gewogen und auf Oxyd berechnet. Es wurden gewonnen oxalsauren Kupferoxydes

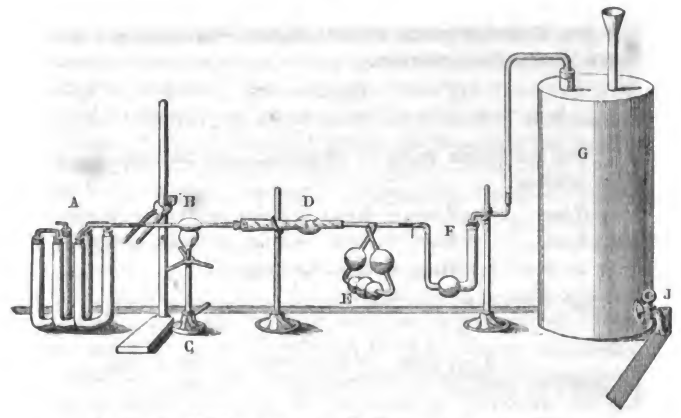
	I.	II.	
	= 0,6558 Grm.	= 0,9154 Grm.	

Es wurde gefunden nach der Reduction metallisches Kupfer:

	I.	II.	
	= 0,2612 Grm.	= 0,3642 Grm.	
%	= 39,829 „	= 39,786 „	
Cu O	= 49,880 „	= 49,825 „	entsprechend.

Mittel = 49,853 Kupferoxyd.

Zur Bestimmung des Wassergehaltes des Salzes, sowie zur Ermittlung der Oxalsäure, welche letztere in einem Strom von Sauerstoffgas zu Kohlensäure verbrannt wurde, diente beistehender Apparat. Die Wasserbestimmung wurde durch Glühen des Salzes in einer Kugelröhre unter einem Strome völlig trockener von Kohlensäure freier Luft ausgeführt.



A ist ein System von drei U-förmig gebogenen Röhren, von denen die beiden ersten gefüllt sind mit Bimstein, welcher zur Austrocknung durch reine concentrirte Schwefelsäure angefeuchtet, wogegen die dritte mit Stückchen von Aetzkali beladen ist. Diese so gefüllten Röhren sind verbunden mit der Kugelröhre B, welche zur Aufnahme des oxalsauren Kupferoxydes bestimmt ist und in welcher die Zersetzung durch Glühen mittelst der Lampe C ausgeführt werden soll. Diese Kugelröhre B ist durch einen fest schließenden Stopfen mit der Chlorcalciumröhre D verbunden, in welch letzterer die erstere mündet. Diese Röhre D ist gefüllt mit Stückchen von ungeschmolzenem festen Chlorcalcium und hat die Bestimmung, das durch die Glühhitze aus dem oxalsauren Kupferoxyde ausgetretene Wasser aufzusaugen und so zu binden. E ist ein Liebigscher Kugelapparat, gefüllt mit Kalilauge von einer Concentration, wie diese für die organische Elementaranalyse dient. Derselbe hat den Zweck, die Kohlensäure zu absorbiren, welche bei der Verbrennung des oxalsauren Salzes unter einem Strom Sauerstoffgas resultirt. F enthält ebenfalls etwas starke Kalilauge, welche mehr die Bestimmung trägt, Feuchtigkeit und Kohlensäure von dem Kugelapparate E an seiner weiteren Verbindung abzuhalten. G ist ein geräumiger, mit Wasser gefüllter Aspirator, durch dessen Wasserausfluß vom Hahne J man einen Strom getrockneter Luft oder Sauerstoffgases unaufhörlich und ununterbrochen durch alle Theile des Apparates circuliren läßt.

Zur Wasserbestimmung wurden folgende Gewichtsmengen oxalsauren Kupferoxydes genommen.

I.	II.	III.	IV.	V.	VI.
= 0,9532 Grm.	= 0,5678	= 0,8722.	= 0,7566 ..	= 0,7214	= 0,9262.

Nach dem Glühen wurde die Gewichtszunahme der Chlorcalciumröhre gefunden:

= 0,0496	= 0,0310	= 0,0450	= 0,0400	= 0,0390	= 0,0478
% = 5,204	= 5,460	= 5,159	= 5,286	= 5,406	= 5,160

Mittel = 5,279 % Wasser.

Zur Bestimmung der Oxalsäure wurde genommen Salz:

	I.	II.	III.
	= 0,7214 Grm.	= 0,9262 Grm.	= 0,7566 Grm.
gefunden CO_2	= 0,3958 „	= 0,5060 „	= 0,4130 „

Diese gefundenen Gewichtsmengen Kohlensäure entsprechen wasserfreier Oxalsäure:

= 0,3238	= 0,4140	= 0,3379
% = 44,885	= 44,698	= 44,660

Mittel = 44,748 % Oxalsäure.

Das oxalsaure Kupferoxyd hat somit folgende procentische Zusammensetzung:

CuO	= 49,853
$\overline{O}$	= 44,748
HO	= 5,279
	99,880

Diese procentische Zusammensetzung entspricht der Formel: 2 (CuO, C_2O_3) + HO welches, aus nachstehender Zusammenstellung ersichtlich,

		in 100 Theilen berechnet,	gefunden nach Analyse,
2 (CuO)	= 79,4	49,502	49,852
2 (C_2O_3)	= 72,0	44,888	44,748
HO	= 9	5,610	5,297
	160,4 Aeq.	100,000	99,880

Das oxalsaure Kupferoxyd durch behutsames Erhitzen vollständig zu entwässern, wie Döberreiner angibt, ist mir bis jetzt noch nicht gelungen; denn als ich verschiedene Gewichtsmengen bei 120° C fast

über 2 Stunden im Luftbade erhitzte, fand ich nach der Reduction durch Wasserstoffgas nach der einen Analyse = 40,775 % metallisches Kupfer = 51,065 % Oxyd entsprechend, nach der andern 40,802 % Metall = 51,099 Oxyd, während das wasserfreie Salz einem Gehalte von 52,444 % Oxyd entspricht. Als ich die Temperatur von 120° C. um einige Grade überschritt, nahm das getrocknete Pulver eine bräunliche Farbe in Folge theilweiser Zersetzung an. Fernere Versuche werden hoffentlich genauer feststellen, bis zu welcher Grenze die Austrocknung stattfinden kann.

II. Ueber das Verhalten des metallischen Zinks zu einer Lösung von Alaun.

Behandelt man eine wässrige Auflösung von Alaun in der Kälte mit granulirtem Zink, so wird das Metall, wenn schon schwach, von der sauer reagirenden Alaunlösung angegriffen. Heftiger zeigt sich die Erscheinung der Auflösung an dem Metall, wenn man ein gegossenes reines Stückchen desselben mit einem Stückchen Platinblech verbindet und zwar in der einfachen Art, daß man eine Alaunlösung in einen Kolben gibt und auf dessen Boden das Platinblech legt, auf welch' letzteres dann das metallische Zink zu ruhen kommt. Man sieht sogleich, wie das Zink mit dem Platinstreifchen in Contact kommt, eine nicht unerhebliche Menge Wasserstoffgasblasen an der Fläche des letzteren sich anlegen, welche sich mehr und mehr vergrößern und darauf von ihm ablösen. Läßt man das Ganze, ohne zu erwärmen, einige Tage in der Ruhe stehen, so fängt die klare, frisch vor dem Versuche filtrirte Alaunlösung sich an schwach zu trüben, und auf dem Boden des Kolbens sammelt sich ein leichter weißer Schlamm, bestehend aus mikroscopisch feinen Krystallen. Da dieses Sediment die Fläche des Platinblechs und des Zinks verhüllt, so stört es nach einiger Zeit den metallischen Contact beider und vermindert somit die Gasentwicklung, wenn schon die Alaunlösung noch immer ziemlich stark gesättigt ist. Reinigt man jedoch mit Hülfe eines Glasstabes beide Metalle, oder schüttelt man die Auflösung mäßig, so, daß durch gegenseitige Reibung der Metalle der Ueberzug sich mechanisch ablöst, so beginnt darauf die Gasentwicklung mit gleicher Stärke, sobald man die angeführten Bedingungen wieder in Kraft bringt. Eine kleine Menge dieses auf beschriebene Art gewonnenen Niederschlages

auf einem Filter gesammelt und unter dem Exsiccator getrocknet, stellte ein höchst lockeres zartes Pulver dar, welches im Wasser unlöslich, hingegen schon durch verdünnte Salzsäure mit Leichtigkeit aufgenommen wurde. Die Analyse desselben ergab in 100 Theilen folgende procentische Zusammensetzung:

Thonerde	=	49,214 %
Schwefelsäure	=	23,769 „
Wasser	=	26,594 „
		99,577 %

Diese procentische Zusammensetzung entspricht nahe der Formel: 5 ($Al_2O_3SO_3$) + 3 (Al_2O_3 3 HO) + 16 aq. als die, eines basisch schwefelsauren Thonerdesalzes, aus welchem sich nachstehende procentische Zusammensetzung berechnet:

		berechnet	gefunden
8 Thonerde	= 411,2	49,175	49,214
5 Schwefels.	= 200,0	23,918	23,769
25 Wasser	= 225,0	26,907	26,594
	835,2	100,000	99,577

Kocht man die Alaunlösung einige Zeit mit dem metallischen Zink nach angegebener Art, so erhält man ebenfalls einen Niederschlag, allein begabt mit anderen Eigenschaften. Ich fand ihn nach einem Versuche unlöslich oder doch nur in geringer Menge löslich in verdünnter Salzsäure, und selbst eine stärkere Säure brachte denselben nicht zum völligen Verschwinden, obschon er mit dieser in der Wärme behandelt wurde. Es zeigte sich in dem gewonnenen Präcipitate ein Gehalt von Zinkoxyd. Vielleicht, daß ein Gehalt von viertel schwefelsaurem Zinkoxyde diese Verschiedenheit bedingt, da bekanntlich letzteres Salz sich beim Kochen einer Zinkvitriollösung mit metallischem Zink bildet, und die Bedingungen zur Bildung dieses Salzes hier gegeben sind. Setzt man ebenso den reinen Niederschlag nur einer schwachen Glühhitze aus, so zeigt er ebenfalls die Unlöslichkeit selbst in stärkern kochenden Säuren.

sches Kupfer zerfällt. Von einem Ueberschusse von Oxalsäure wird es nicht aufgenommen und zeigt sich selbst in verdünnter kalter Salz- und Salpetersäure vollständig unlöslich. Von kaustischem Ammoniak wird es unter lasurblauer Färbung der ammoniakalischen Flüssigkeit leicht aufgenommen, welche Lösung nach einiger Zeit harte, lichtblaue Säulen absetzt. Selbst bei 120° C. getrocknet, läßt es sich nicht vollständig wasserfrei erhalten, sondern liefert beim Glühen immer noch Spuren von Feuchtigkeit. Allein von constanter Zusammensetzung gewinnt man es, wenn man nach eben angegebener Art dasselbe scharf zwischen Fließpapier auspreßt und zwar so lange, als letzteres noch eine Spur von Feuchtigkeit zu erkennen gibt. Da dies Salz unter dieser Operation sich zu festeren Stücken zusammenballt, so ist es nothwendig, daß man es öfters im Mörser zerreibt und darauf von Neuem zwischen Fließpapier unter der Presse behandelt. Ein so dargestelltes Salz diente als Ausgangspunkt zur quantitativen Analyse. Zur Bestimmung des Kupfergehaltes wurden die nachstehenden Gewichtsmengen in einer Kugelröhre unter einem Strome reinen trockenen Wasserstoffgases durch Glühhitze zersetzt und das so erhaltene reine metallische Kupfer gewogen und auf Oxyd berechnet. Es wurden gewonnen oxalsauren Kupferoxydes

	I.	II.	
	= 0,6558 Grm.	= 0,9154 Grm.	

Es wurde gefunden nach der Reduction metallisches Kupfer:

	I.	II.	
	= 0,2612 Grm.	= 0,3642 Grm.	
%	= 39,829 „	= 39,786 „	
Cu O	= 49,880 „	= 49,825 „	entsprechend.

Mittel = 49,853 Kupferoxyd.

Zur Bestimmung des Wassergehaltes des Salzes, sowie zur Ermittlung der Oxalsäure, welche letztere in einem Strom von Sauerstoffgas zu Kohlensäure verbrannt wurde, diente beistehender Apparat. Die Wasserbestimmung wurde durch Glühen des Salzes in einer Kugelröhre unter einem Strome völlig trockener von Kohlensäure freier Luft ausgeführt.

ferner ein einfaches Mittel, den Kalk von den übrigen in Wasser unlöslichen alkalischen Erden in Form schwefelsaurer Salze zu trennen. In Folge der geringen Löslichkeit des schwefelsauren Strontians in Wasser läßt sich jedoch dessen Trennung vom schwefelsauren Kalk nur qualitativ ausführen. Ein Theil schwefelsaurer Strontian löst sich nämlich in 6895 Theilen Wasser bei 14°C (Fresenius, analytische Belege) und es entsteht somit bei der quantitativen Analyse ein nicht unbedeutender Verlust. Um den schwefelsauren Kalk von dem in Wasser so gut wie unlöslichen schwefelsauren Baryt zu trennen, behandelt man das Gemenge beider Salze mit einer concentrirten Lösung von unterschwefligsaurem Natron und erwärmt gelinde zur Beschleunigung der Auflösung zwar um so mehr, da ja bekanntlich das unterschwefligsaure Natron eines derjenigen Salze ist, welche bei ihrer Auflösung viel Wärme binden und also große Kälte erzeugen. Um sicher zu sein, daß aller schwefelsaurer Kalk gelöst ist, behandelt man die Salze wiederholt mit der Salzlösung, bis eine Probe des Filtrats keine Reaktion auf Kalk mehr zu erkennen giebt. Darauf sammelt man den unlöslich gebliebenen schwefelsauren Baryt auf einem Filter, wascht ihn mit heißem Wasser aus, trocknet und glüht ihn, im Filtrat hingegen bestimmt man den Kalk mit oxalsaurem Kali oder Ammon nach der gewöhnlichen Methode.

Die Lösung des unterschwefligsauren Natrons setzt bekanntlich selbst in verschlossenen Gefäßen Schwefel ab, indem schwefligsaures Natron entsteht, auch im krystallinischen Zustande findet ja dieses statt. Bei genauen Analysen ist es daher nöthig, die Krystalle nie direkt in dem Wasser aufzunehmen, in welchem die zu lösenden Salze suspendirt sind, sondern bei jedesmaliger Anwendung des Salzes eine frischfiltrirte Lösung desselben zu benutzen; ferner müssen die Salze, welche man mit unterschwefligsaurem Natron in Contakt bringen will, vollkommen neutral und gut ausgewaschen sein, da die geringste Menge einer stärkeren freien Säure die Säure des Salzes zersetzen würde.

Zur Prüfung dieser Methode wurde folgender Versuch angestellt:

Es wurden genommen	$BaO.SO_3$	= 2,239
	$CaO.SO_3$	= 1,0055
entsprechend	$CaO.$	= 0,4140
Es wurden gefunden	$BaO.SO_3$	= 2,238
	$CaO.CO_2$	= 0,7394
entsprechend	$CaO.$	= 0,4140

Ein weiterer Versuch ergab, daß die Löslichkeit des schwefelsauren Kalkes in einer Lösung von unterschwefligsaurem Natron nicht etwa auf der Löslichkeit jenes in dem vorhandenen Wassergehalt beruht (1 Theil schwefelsaurer Kalk löst sich in 430 Theilen Wasser bei gewöhnlicher Temperatur, in 460 Theilen Wasser bei 100° C. Poggiale), sondern daß der schwefelsaure Kalk sich jedenfalls in weniger als dem zehnten Theil des nöthigen Wassers löst, wenn diesem Krystalle von unterschwefligsaurem Natron in trockenem Zustande zugesetzt werden.

II. Das Verhalten des unterschwefligsauren Natrons zu den Eisencyanür- und Eisencyanid-Verbindungen

Des Kaliums.

Das Kalium-Eisencyanid: 3 Ka Cy, $Fe_2 Cy_3$, oder rothes Blutlaugensalz genannt, wird durch unterschwefligsaures Natron zu Kalium-Eisencyanür: 2 Ka Cy, Fe Cy reducirt. Versetzt man Lösung von rothem Blutlaugensalz mit einer Lösung von unterschwefligsaurem Natron, so erfolgt die Reduction fast momentan, was sich mittelst der Reaction auf Eisenoxydsalze erkennen läßt. Die Flüssigkeit trübt sich durch ausgeschiedenen Schwefel; läßt man aber diesen sich ruhig absetzen, so erhält man ein klares Filtrat, aus welchem beim Stehen an der Luft große citrongelbe quadratische Säulen und Tafeln von gelbem Blutlaugensalz anschießen, die durch Umkrystallisiren von etwa beigemengtem überschüssigen unterschwefligsauren Natron vollkommen rein erhalten werden können.

Des Zinks.

Das Zink-Eisencyanür: 2 Zn Cy, Fe Cy ist der weiße Niederschlag, welchen Blutlaugensalz in Zinkoxydsalzlösungen hervorbringt, er ist in unterschwefligsaurem Natron vollkommen unlöslich.

Das Zink-Eisencyanid: 3 Zn Cy, $Fe_2 Cy_3$ wird durch rothes Blutlaugensalz aus Zinkoxydsalzlösung erhalten; seine gelb-braune Farbe geht bei Behandlung mit unterschwefligsaurem Natron in Weiß über, es wird zu Zinkeisencyanür reducirt und bleibt als solches ungelöst.

Des Kupfers.

Versetzt man Kupferoxydsalzlösung mit Blutlaugensalz, so entsteht ein Kaliumsalz enthaltender braunrother Niederschlag von Kupfer-Eisencyanür: 2 Cu Cy, Fe Cy; diese Verbindung wird von einer

gesättigten Lösung von unterschwefligsaurem Natron mit Leichtigkeit gelöst.

Das Kupfer-Eisencyanid : 3 Cu Cy, $Fe_2 Cy_3$, als schmutzig gelb-brauner Niederschlag aus Kupferoxydsalzlösung mittelst Kaliumeisencyanid erhalten, wird mit unterschwefligsaurem Natron behandelt, im Momente zu rothem Kupfereisencyanür reducirt und als solches gelöst.

Beide Lösungen trüben sich beim Erhitzen, sowie wenn sie längere Zeit der Luft ausgesetzt werden; im ersten Falle scheiden sich schwarzes Schwefelkupfer mit Schwefel gemengt aus, im zweiten Falle geringe Mengen feinvertheilten Schwefels. Filtrirt man diesen Schwefel nach einiger Zeit ab und verwahrt das Filtrat in verschlossenen Gefäßen, so bleibt es vollkommen klar und farblos bis gelblichweiß; der Luft ausgesetzt färbt es sich schnell blau; beim Verdunsten hinterläßt es gelbe Krystalle, welche sich in Wasser zu einer farblosen, schnell blauwerdenden Flüssigkeit lösen. Sie zeigen die Reactionen der Kupferoxydulsalze: Kali, Natron fällen bräunlich-gelbes Oxydulhydrat, kohlensaures Kali, Ammoniakflüssigkeit und kohlensaures Ammon bewirken keine Niederschläge; gelbes und rothes Blutlaugensalz fällen weiße und braune Verbindungen, beide lösen sich jedoch sehr schnell in dem überschüssigen unterschwefligsauren Natron; Schwefelwasserstoff und Schwefelammonium fällen schwarzes Schwefelkupfer; Jodkalium bewirkt keinen Niederschlag; metallisches Zink fällt metallisches Blei, gemischt mit Schwefelblei, unter Ausscheidung eines weißen gelatinösen Niederschlags von Ferrocyanzink.

Diese Löslichkeit des Kupfereisencyanürs beruht also auf gegenseitiger Zersetzung unter gleichzeitiger Reduction des Kupferoxyds zu Oxydul, es entsteht Ferrocyannatrium und unterschwefligsaures Kupferoxydul, welches letztere sich in dem überschüssigen unterschwefligsauren Natron zu einem in Wasser leicht löslichen Doppelsalze auflöst. Versetzt man die Lösung mit Alkohol, so scheidet sich sämmtliches Kupfer in Form einer schweren öligen Flüssigkeit ab, welche nach kurzer Zeit zu jenem weißen Doppelsalze erstarrt, welches nach Rammelsberg zusammengesetzt ist: $3 (Na O . S_2 O_2) + (Cu_2 O . S_2 O_2) + 2 HO$. *)

*) Rammelsberg, Poggendorff's Annalen 1842. Bd. 56, p. 323.

auf einem Filter gesammelt und unter dem Exsiccator getrocknet, stellte ein höchst lockeres zartes Pulver dar, welches im Wasser unlöslich, hingegen schon durch verdünnte Salzsäure mit Leichtigkeit aufgenommen wurde. Die Analyse desselben ergab in 100 Theilen folgende procentische Zusammensetzung:

Thonerde	=	49,214 %
Schwefelsäure	=	23,769 „
Wasser	=	26,594 „
		99,577 %

Diese procentische Zusammensetzung entspricht nahe der Formel: 5 ($Al_2 O_3 So_3$) + 3 ($Al_2 O_3$ 3 Ho) + 16 aq. als die, eines basisch schwefelsauren Thonerdesalzes, aus welchem sich nachstehende procentische Zusammensetzung berechnet:

		berechnet	gefunden
8 Thonerde	= 411,2	49,175	49,214
5 Schwefels.	= 200,0	23,918	23,769
25 Wasser	= 225,0	26,907	26,594
	835,2	100,000	99,577

Kocht man die Alaunlösung einige Zeit mit dem metallischen Zink nach angegebener Art, so erhält man ebenfalls einen Niederschlag, allein begabt mit anderen Eigenschaften. Ich fand ihn nach einem Versuche unlöslich oder doch nur in geringer Menge löslich in verdünnter Salzsäure, und selbst eine stärkere Säure brachte denselben nicht zum völligen Verschwinden, obschon er mit dieser in der Wärme behandelt wurde. Es zeigte sich in dem gewonnenen Präcipitate ein Gehalt von Zinkoxyd. Vielleicht, daß ein Gehalt von viertel schwefelsaurem Zinkoxyde diese Verschiedenheit bedingt, da bekanntlich letzteres Salz sich beim Kochen einer Zinkvitriollösung mit metallischem Zink bildet, und die Bedingungen zur Bildung dieses Salzes hier gegeben sind. Setzt man ebenso den reinen Niederschlag nur einer schwachen Glühhitze aus, so zeigt er ebenfalls die Unlöslichkeit selbst in stärkern kochenden Säuren.

mit Schwefelblei, unter Ausscheidung von unlöslichem Zink-Eisencyanür. Versetzt man eine Lösung, welche keinen Ueberschuß des Lösungsmittels enthält, mit Jodkalium, so entsteht im ersten Augenblick eine Fällung von Jodblei, welches sich sehr schnell wieder auflöst; enthält die Lösung jedoch Ueberschuß des Salzes, so entsteht gar keine Fällung, in Folge der leichten Löslichkeit des Jodbleis in demselben.

Blei-Eisencyanid: $3\,Pb\,Cy, Fe_2\,Cy_3$. Versetzt man Bleisalzlösung mit rothem Blutlaugensalz, so erhält man einen braunen, in größerer Menge Wassers löslichen Niederschlag von Blei-Eisencyanid; es wird durch unterschwefligsaures Natron sehr schnell zu Blei-Eisencyanür reducirt und gelöst, welche Lösung sich ganz wie eine directe Auflösung von Blei-Eisencyanür verhält. Der Vorgang bei der Lösung der Bleiverbindungen ist derselbe wie bei der Lösung der Kupfersalze, es entsteht unterschwefligsaures Bleioxyd und Ferrocyannatrium; ersteres löst sich im überschüssigen unterschwefligsauren Natron zu einem in Wasser löslichen Doppelsalze, man erhält es in krystallinischer Form, wenn man die Lösung mit Alkohol versetzt; es scheidet sich als ölige zu Krystallen erstarrende Flüssigkeit aus, nach Lenz *) der Formel: $Pb\,O\,.\,S_2\,O_2 + 2\,(Na\,O.\,S_2\,O_2)$ entsprechend.

Des Eisens.

Ferrocyaneisenkalium: $\frac{Ka}{Fe}(Cy_3\,Fe)$, eine ursprünglich weiße Verbindung, aus Eisenoxydullösung durch Ferrocyankalium gefällt, färbt sich, der Luft ausgesetzt, sehr schnell blau, es ist unlöslich.

Das Eisenferricyanür: $Fe_3\,(Cy_6\,Fe_2)$, Turnbulls Blau, wird durch Behandeln mit unterschwefligsaurem Natron zu blauweißem Ferrocyaneisenkalium reducirt.

Das Ferrocyanideisen: $Fe_4\,(Cy_3, Fe_3)$, das gewöhnliche Berliner Blau, wird ebenfalls allmählig zu weißblauem Ferrocyaneisenkalium reducirt.

Behandelt man die rohtbraune Flüssigkeit, welche entsteht, wenn man Eisenoxydsalzlösung mit rothem Blutlaugensalz versetzt mit unterschwefligsaurem Natron, so entsteht, indem das Salz seine reducirende Kraft sowohl auf des Ferridcyankalium als auf das Eisenoxyd ausübt, Berlinerblau und aus diesem allmählig Ferrocyaneisenkalium. Behan-

*) Annalen der Chem. und Pharm. Bd. 40. p. 99.

delt man sämmtliche vier Eisenverbindungen lange Zeit mit einem größeren Ueberschuß des Salzes, so erhält man in allen Fällen zuletzt rein weißes Ferrocyaneisenkalium.

Des Silbers.

Silber-Eisencyanür: 2 Ag Cy, Fe Cy und Silber Eisencyanid: 3 Ag Cy, Fe_2 Cy_3, weiße und orangerothe Verbindungen, durch gelbes und rothes Blutlaugensalz in Silbersalzlösung hervorgebracht, können nur sehr schwierig rein erhalten werden, da sie sich schon beim Auswaschen zersetzen und blau färben. In Folge des bedeutenden Vereinigungsstrebens der unterschwefligen Säure und des Silberoxyds, sowie des großen Bestrebens des entstehenden unterschwefligsauren Silberoxydes mit den unterschwefligsauren Alkalien Doppelsalze zu bilden, lösen sich beide Verbindungen in unterschwefligsaurem Natron mit erstaunlicher Leichtigkeit; gießt man Ferrocyansilber direct in die Lösung des Salzes, so findet die Auflösung im Momente des Eingießens statt, so daß in der Flüssigkeit kein Niederschlag sichtbar ist. Beide Lösungen trüben sich sehr leicht durch ausscheidenden Schwefel; erwärmt man sie, so fällt Schwefelsilber nieder. Schwefelwasserstoff und Schwefelammonium fällen schwarzes Schwefelsilber; metallisches Zink fällt metallisches Silber und Schwefelsilber; Jodkalium schlägt weißgelbes Jodsilber nieder; dieses löst sich jedoch sehr bald wieder, wenn die Flüssigkeit überschüssiges Lösungsmittel enthält. Nach Lenz*) zerfallen die Doppelsalze des unterschwefligsauren Silbers mit den unterschwefligsauren Alkalien in zwei Klassen: die Salze der ersten Klasse sind in Wasser löslich und werden aus der wässrigen Lösung durch Weingeist gefällt; die Salze der zweiten Klasse sind unlöslich oder schwerlöslich. Hat man nun das Silbereisencyanür in überschüssigem unterschwefligsaurem Natron gelöst, so erhält man die in Wasser leicht lösliche Modification des Doppelsalzes; versetzt man die Lösung mit Alkohol, so gewinnt man es in langen seidenglänzenden Nadeln, entsprechend der Formel: $2\,(Na\,O.\,S_2\,O_2) + Ag\,O.\,S_2\,O_2 + 2\,HO$; verfährt man auf umgekehrte Weise, gießt man in die Salzlösung so lange Ferrocyansilber, bis man eine gesättigte Lösung hat, so scheidet sich das schwerlösliche Salz als schmutzigweißes Pulver ab, nach der Formel: $Na\,O.\,S_2\,O_2 + Ag\,O.\,S_2\,O_2 + HO$ gebildet.

---

*) Annalen der Chem. und Pharm. Bd. 40. p. 94.

Des Cadmiums.

Das Cadmium-Eisencyanür: 2 Cd Cy, Fe Cy, der weiße Niederschlag, welcher Blutlaugensalz in Cadmiumsalzlösung hervorbringt, ist unlöslich.

Das Cadmium-Eisencyanid: 3 Cd Cy, Fe_2 Cy_3 eine gelbe Verbindung, wird zu weißem Cadmium-Eisencyanür reducirt und bleibt als solches ungelöst.

Des Quecksilbers.

Die Lösungen der Quecksilberoxydul- und Quecksilberoxyd-Salze werden durch die Lösungen des gelben und rothen Blutlaugensalzes gelatinös weiß und rothbraun gefällt. Die Verbindungen, welche in den Oxidulsalzen entstehen, werden durch Behandlung mit unterschwefligsaurem Natron in schwarzes Schwefelquecksilber übergeführt; versetzt man dagegen die Verbindungen des Quecksilberoxyds mit dem Natronsalz, so werden sie fast mit derselben Leichtigkeit gelöst, wie die entsprechenden Silberverbindungen; das Oxyd wird dabei nicht reducirt; Kali fällt aus der Lösung gelbes Oxyd; kohlensaures Kali einen rothbraunen Niederschlag; in geringer Menge zugesetzt fällt Schwefelwasserstoff gelbe Verbindungen, in größerer Menge schwarzes Schwefelquecksilber. Jodkalium bewirkt keine Fällung, da das Jodquecksilber wie Jodkupfer, Jodblei und Jodsilber in unterschwefligsaurem Natron leicht löslich ist.

Nach Rammelsberg,*) welcher das unterschwefligsaure Quecksilberoxyd-Kali und unterschwefligsaure Quecksilberoxyd-Ammon analysirt hat, läßt sich das unterschwefligsaure Quecksilberoxyd-Natron nicht in fester Form gewinnen. Er erhielt aus der Lösung von Quecksilberoxyd in unterschwefligsaurem Natron durch Versetzen mit Alkohol eine dickflüssige Masse, welche sich beim Stehen unter Abscheidung von schwarzem Schwefelquecksilber zersetzte; behandelt man hingegen eine auf obige Weise erhaltene Lösung von Ferrocyanquecksilber mit Alkohol, so scheidet sich eine in kleinen weißen Nadeln krystallisirende Verbindung aus, welche sämmtliches Quecksilber enthält, wahrscheinlich in Gestalt eines Doppelsalzes. Weitere Versuche werden die Constitution dieser neuen Verbindung kennen lernen.

Des Zinns.

Zinn-Eisencyanür: 2 Sn Cy, Fe Cy wird erhalten, wenn man

*) Poggendorff's Annalen. 1842. Bd. 56. p. 318.

gesättigten Lösung von unterschwefligsaurem Natron mit Leichtigkeit gelöst.

Das Kupfer-Eisencyanid : 3 Cu Cy, $Fe_2 Cy_3$, als schmutzig gelb-brauner Niederschlag aus Kupferoxydsalzlösung mittelst Kaliumeisencyanid erhalten, wird mit unterschwefligsaurem Natron behandelt, im Momente zu rothem Kupfereisencyanür reducirt und als solches gelöst.

Beide Lösungen trüben sich beim Erhitzen, sowie wenn sie längere Zeit der Luft ausgesetzt werden; im ersten Falle scheiden sich schwarzes Schwefelkupfer mit Schwefel gemengt aus, im zweiten Falle geringe Mengen feinvertheilten Schwefels. Filtrirt man diesen Schwefel nach einiger Zeit ab und verwahrt das Filtrat in verschlossenen Gefäßen, so bleibt es vollkommen klar und farblos bis gelblichweiß; der Luft ausgesetzt färbt es sich schnell blau; beim Verdunsten hinterläßt es gelbe Krystalle, welche sich in Wasser zu einer farblosen, schnell blauwerdenden Flüssigkeit lösen. Sie zeigen die Reactionen der Kupferoxydulsalze: Kali, Natron fällen bräunlich-gelbes Oxydulhydrat, kohlensaures Kali, Ammoniakflüssigkeit und kohlensaures Ammon bewirken keine Niederschläge; gelbes und rothes Blutlaugensalz fällen weiße und braune Verbindungen, beide lösen sich jedoch sehr schnell in dem überschüssigen unterschwefligsauren Natron; Schwefelwasserstoff und Schwefelammonium fällen schwarzes Schwefelkupfer; Jodkalium bewirkt keinen Niederschlag; metallisches Zink fällt metallisches Blei, gemischt mit Schwefelblei, unter Ausscheidung eines weißen gelatinösen Niederschlags von Ferrocyanzink.

Diese Löslichkeit des Kupfereisencyanürs beruht also auf gegenseitiger Zersetzung unter gleichzeitiger Reduction des Kupferoxyds zu Oxydul, es entsteht Ferrocyannatrium und unterschwefligsaures Kupferoxydul, welches letztere sich in dem überschüssigen unterschwefligsauren Natron zu einem in Wasser leicht löslichen Doppelsalze auflöst. Versetzt man die Lösung mit Alkohol, so scheidet sich sämmtliches Kupfer in Form einer schweren öligen Flüssigkeit ab, welche nach kurzer Zeit zu jenem weißen Doppelsalze erstarrt, welches nach Rammelsberg zusammengesetzt ist: $3 (NaO . S_2 O_2) + (Cu_2 O . S_2 O_2) + 2 HO$. *)

*) Rammelsberg, Poggendorff's Annalen 1842. Bd. 56, p. 323.



Aus den im Jahre 1859 angestellten meteorologischen Beobachtungen des physikalischen Vereins gewonnenen Ergebnissen.

I. Barometer.

Monate.	Mittel der um 6 Uhr Morgens angestellten Beobachtungen.	Mittel der um 2 Uhr Mittags angestellten Beobachtungen.	Mittel der um 10 Uhr Abends angestellten Beobachtungen.	Mittel sämmtlicher Beobachtungen.	Höchstes Mittel eines Tages.	Niedrigstes Mittel eines Tages.	Höchster beobachteter Barometerstand.	Niedrigster beobachteter Barometerstand.
Januar.	337,53	337,43	337,57	337,51	343,35 (9.)	331,95 (24.)	343,72 (9.)	329,33 (24.)
Februar.	334,77	334,80	335,02	334,86	339,37 (23.)	329,67 (2.)	340,02 (23.)	327,68 (2.)
März.	334,51	334,22	334,46	334,40	339,68 (10.)	326,58 (30.)	339,99 (10.)	326,01 (30.)
April.	332,26	331,84	332,18	332,09	337,43 (1.)	325,65 (15.)	338,13 (1.)	324,24 (15.)
Mai.	332,87	332,43	332,84	332,71	336,66 (12.)	329,37 (4.)	337,16 (12.)	328,15 (4.)
Juni.	333,46	333,02	333,42	333,30	336,32 (27.)	329,74 (2.)	336,86 (27.)	329,23 (2.)
Juli.	335,57	335,12	335,29	335,33	337,64 (6.)	332,06 (23.)	338,21 (6.)	331,83 (23.)
August.	334,53	334,08	334,29	334,30	336,30 (22.)	331,59 (30.)	336,56 (23.)	330,70 (30.)
September.	333,77	333,70	333,83	333,77	337,08 (11.)	328,30 (16.)	337,44 (11.)	327,31 (17.)
October.	332,40	332,20	332,30	332,30	337,34 (2.)	324,96 (21.)	338,02 (2.)	323,79 (21.)
November.	335,10	334,93	335,33	335,12	342,79 (11.)	325,38 (1.)	343,06 (11.)	324,47 (1.)
December.	333,30	333,26	333,43	333,33	342,63 (10.)	324,77 (26.)	343,01 (10.)	324,22 (26.)
Jahr.	334,17	333,92	334,16	334,08	338,88	328,67	339,35	327,25

mit Schwefelblei, unter Ausscheidung von unlöslichem Zink-Eisencyanür. Versetzt man eine Lösung, welche keinen Ueberschuß des Lösungsmittels enthält, mit Jodkalium, so entsteht im ersten Augenblick eine Fällung von Jodblei, welches sich sehr schnell wieder auflöst; enthält die Lösung jedoch Ueberschuß des Salzes, so entsteht gar keine Fällung, in Folge der leichten Löslichkeit des Jodbleis in demselben.

Blei-Eisencyanid: 3 Pb Cy, $Fe_2 Cy_3$. Versetzt man Bleisalzlösung mit rothem Blutlaugensalz, so erhält man einen braunen, in größerer Menge Wassers löslichen Niederschlag von Blei-Eisencyanid; es wird durch unterschwefligsaures Natron sehr schnell zu Blei-Eisencyanür reducirt und gelöst, welche Lösung sich ganz wie eine directe Auflösung von Blei-Eisencyanür verhält. Der Vorgang bei der Lösung der Bleiverbindungen ist derselbe wie bei der Lösung der Kupfersalze, es entsteht unterschwefligsaures Bleioxyd und Ferrocyannatrium; ersteres löst sich im überschüssigen unterschwefligsauren Natron zu einem in Wasser löslichen Doppelsalze, man erhält es in krystallinischer Form, wenn man die Lösung mit Alkohol versetzt; es scheidet sich als ölige zu Krystallen erstarrende Flüssigkeit aus, nach Lenz *) der Formel: $Pb\,O\,.\,S_2\,O_2 + 2\,(Na\,O.\,S_2\,O_2)$ entsprechend.

Des Eisens.

Ferrocyaneisenkalium: $\frac{Ka}{Fe}(Cy_3\,Fe)$, eine ursprünglich weiße Verbindung, aus Eisenoxydullösung durch Ferrocyankalium gefällt, färbt sich, der Luft ausgesetzt, sehr schnell blau, es ist unlöslich.

Das Eisenferricyanür: $Fe_3\,(Cy_6\,Fe_2)$, Turnbulls Blau, wird durch Behandeln mit unterschwefligsaurem Natron zu blauweißem Ferrocyaneisenkalium reducirt.

Das Ferrocyanideisen: $Fe_4\,(Cy_3,\,Fe_3)$, das gewöhnliche Berliner Blau, wird ebenfalls allmählig zu weißblauem Ferrocyaneisenkalium reducirt.

Behandelt man die rohtbraune Flüssigkeit, welche entsteht, wenn man Eisenoxydsalzlösung mit rothem Blutlaugensalz versetzt mit unterschwefligsaurem Natron, so entsteht, indem das Salz seine reducirende Kraft sowohl auf des Ferridcyankalium als auf das Eisenoxyd ausübt, Berlinerblau und aus diesem allmählig Ferrocyaneisenkalium. Behan-

*) Annalen der Chem. und Pharm. Bd. 40. p. 99.

III. Winde.

Monate.	Anzahl der Tage mit vorherrschendem																
	Nord-Wind.	Süd-Wind.	Ost-Wind.	West-Wind.	Nord-Ost-Wind.	Nord-West-Wind.	Süd-Ost-Wind.	Süd-West-Wind.	Nord-Nord-Ost-Wind.	Nord-Nord-West-Wind.	Süd-Süd-Ost-Wind.	Süd-Süd-West-Wind.	Ost-Nord-Ost-Wind.	Ost-Süd-Ost-Wind.	West-Nord-West-Wind.	West-Süd-West-Wind.	Wechselnder Wind.
Januar.	—	—	1	1	2	1	1	13	1	—	—	—	—	—	—	—	11
Februar.	—	1	2	4	—	1	—	3	—	—	1	—	—	—	—	—	16
März.	1	2	—	7	1	—	—	7	—	—	—	—	—	—	—	2	11
April.	1	—	2	3	3	—	—	7	—	—	—	—	—	—	—	1	13
Mai.	5	2	1	—	5	—	—	2	—	—	—	—	1	—	—	—	15
Juni.	2	—	5	7	1	1	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—	12
Juli.	8	—	1	5	—	1	—	2	—	—	—	—	—	—	—	1	13
August.	3	—	—	4	—	4	—	4	—	—	—	—	—	—	—	—	16
September.	2	1	—	3	—	2	—	10	—	—	—	4	—	—	—	—	8
October.	—	6	4	5	—	—	1	3	—	—	—	2	1	—	—	—	9
November.	2	5	8	1	1	—	—	6	—	—	—	—	1	—	—	—	6
December.	1	4	—	1	6	—	1	9	1	—	2	1	—	—	—	—	5
Jahr.	25	21	24	41	19	10	3	68	2	—	3	7	3	—	—	4	135

IV. Niederschläge.

Monate.	Monatliche Regenhöhe.	Anzahl der Tage.						
		Regen-Tage.	Schnee-Tage.	Regen-Schnee-Tage.	Gewitter-Tage.	Hagel-Tage.	Nebel-Tage.	Reif-Tage.
Januar . . .	10,65	15	3	1	—	—	5	9
Februar . . .	15,00	10	2	1	—	—	2	5
März	10,65	13	3	1	—	1	—	5
April	25,35	12	2	—	—	1	1	—
Mai	25,80	14	—	—	7	—	—	—
Juni	22,95	8	—	—	10	—	1	—
Juli	10,05	7	—	—	2	—	—	—
August . . .	30,00	10	—	—	6	—	1	—
September . .	29,40	17	—	—	—	—	2	—
October . . .	23,10	14	—	—	—	—	5	1
November . .	39,90	11	2	2	—	—	2	11
December . .	24,90	6	4	1	—	—	1	5
Jahr	267,75	137	16	6	25	2	20	36

V. Witterung.

Monate.	Ganz heitere Tage.	Halb heitere Tage.	Trübe Tage.	Stürmische Tage.
Januar . . .	2	5	24	1
Februar . . .	3	4	21	6
März	1	6	24	7
April	2	6	22	6
Mai	5	9	17	5
Juni	2	10	18	3
Juli	10	9	12	1
August . . .	12	9	10	4
September . .	3	3	24	7
October . . .	6	4	21	2
November . .	4	6	20	3
December . .	4	3	24	1
Jahr	54	74	237	46

Vergleichende Uebersicht des meteorischen Wassers (des Regens, geschmolzenen Schnee's u. s. w.) in ombrometrischen Linien nach Pariser Maaß in den Jahren 1857 — 1859.

Monate.	Niederschlag, Pariser Linien.			Durchschnittliche Regenmenge.
	1857	1858	1859	
Januar . . .	24,75	18,60	10,65	18,00
Februar . . .	6,90	4,05	15,00	8,65
März	10,65	13,50	10,65	11,60
April	15,90	19,05	25,35	20,10
Mai	27,15	30,60	25,80	27,85
Juni	16,05	5,10	22,95	14,70
Juli	16,80	23,10	10,05	16,75
August	19,50	29,10	30,00	26,20
September . .	25,80	8,40	29,40	21,20
October . . .	18,75	13,95	23,10	18,60
November . .	10,35	23,70	39,90	24,65
December . .	6,60	22,35	24,90	17,95
Jahr . .	199,20	211,80	267,75	226,25

Aus dieser dreijährigen Uebersicht ergibt sich also eine durchschnittliche Regenmenge von 226,25‴ oder 18,85 Pariser Zoll. — Der Monat Februar zeigt die geringste, der Monat Mai die größte Menge. — Was den Unterschied der Regenmenge eines Jahres betrifft, so hat es im

Jahre 1857 weniger geregnet als 1856 . . 1′ 2″ 4,64‴,
„ 1858 „ „ „ 1856 . . 1′ 1″ 4,04‴,
„ 1859 „ „ „ 1856 . . —′ 8″ 8,09‴,

dagegen im Jahre 1858 . . —′ 4″ 0,08‴ mehr als 1857 und
„ 1859 . . —′ 4″ 7,95‴ „ „ 1858.

Nach den einzelnen Jahreszeiten ergeben die atmosphärischen Niederschläge folgende:

durchschnittliche Regenmenge

für den Frühling (März, April, Mai) . . . . 59,55‴,
„ „ Sommer (Juni, Juli, August) . . . . 57,65‴,
„ „ Herbst (September, October, November) . . . . 64,15‴,
„ „ Winter (December, Januar, Februar) . . . . . . 44,60‴.

Es waren also in diesen drei Jahren die Herbstregen die vorherrschenden, während der Winter die geringste Menge nachweist.

C. Naumann's Druckerei. Frankfurt a. M.

